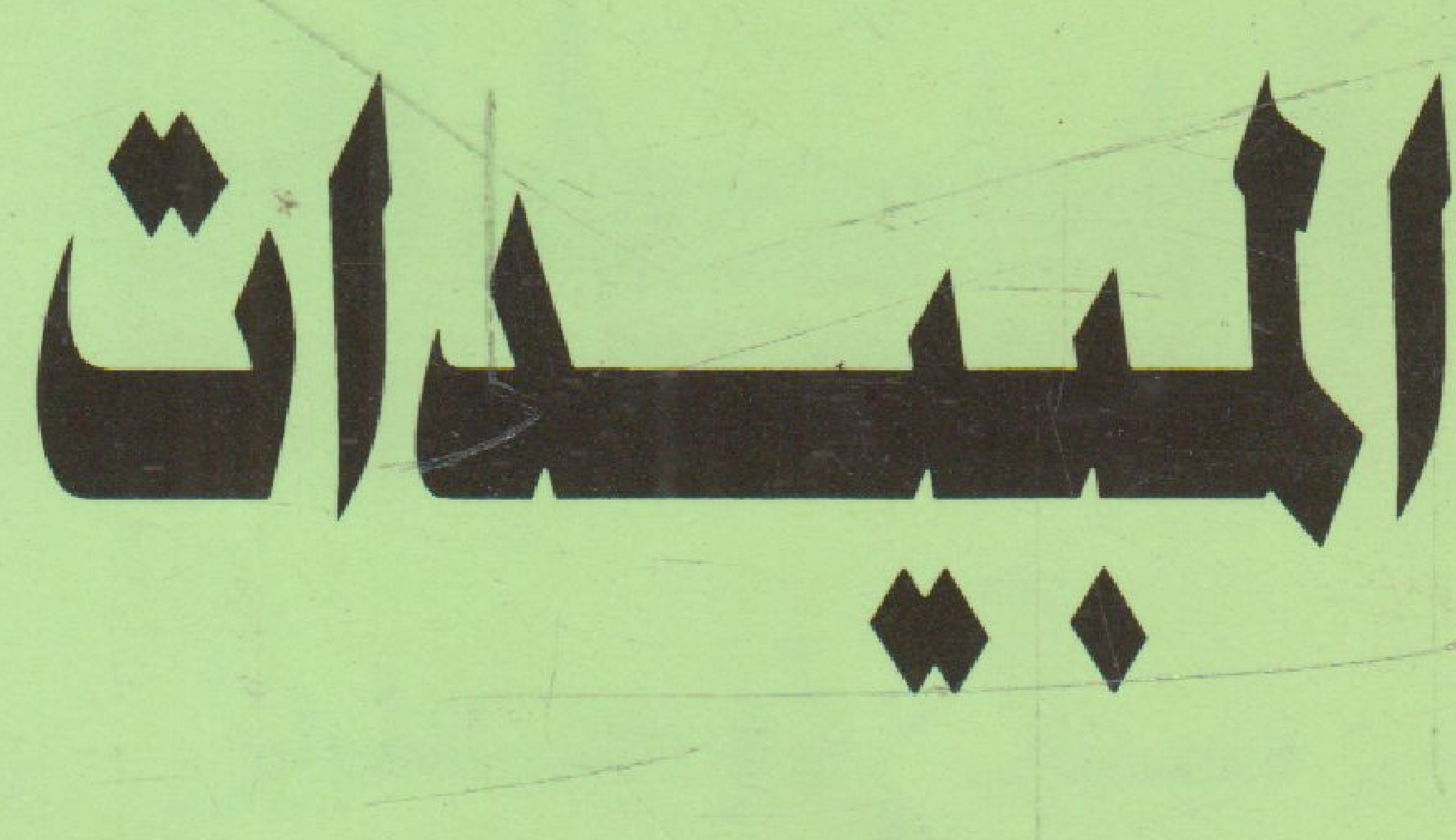


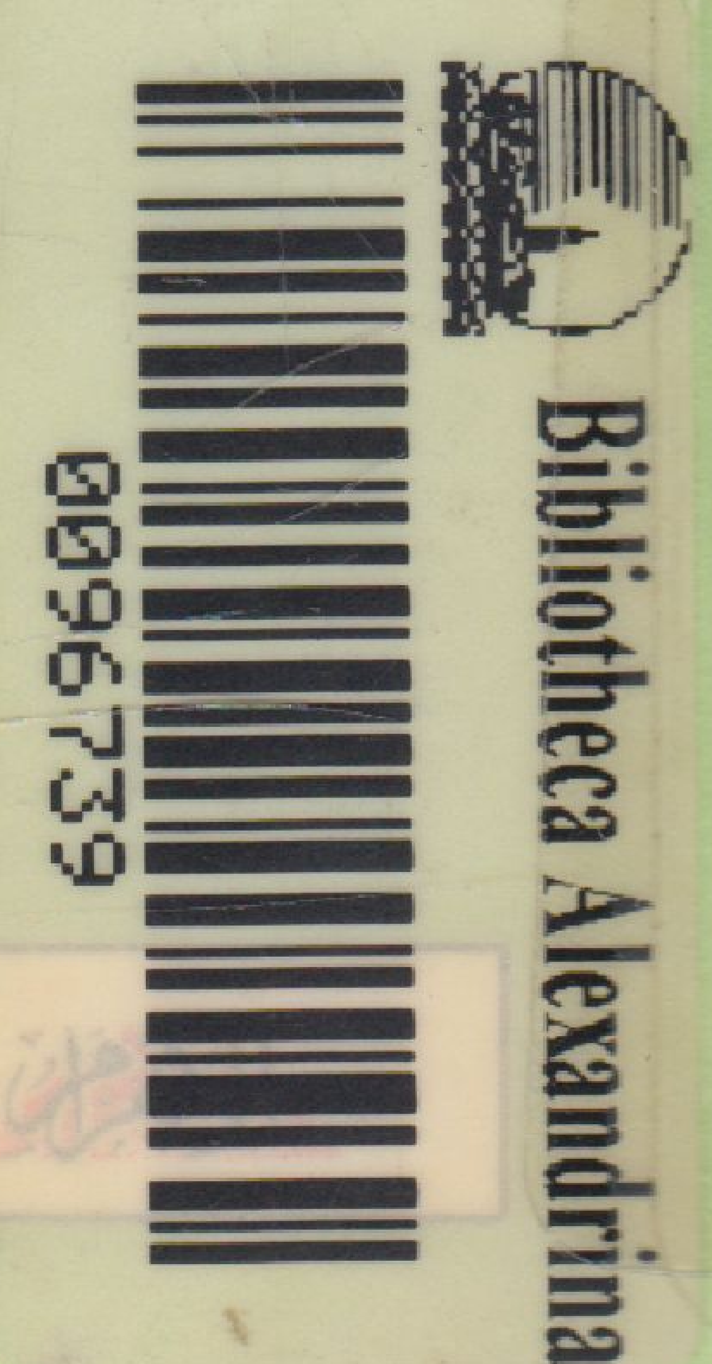
المبيدات



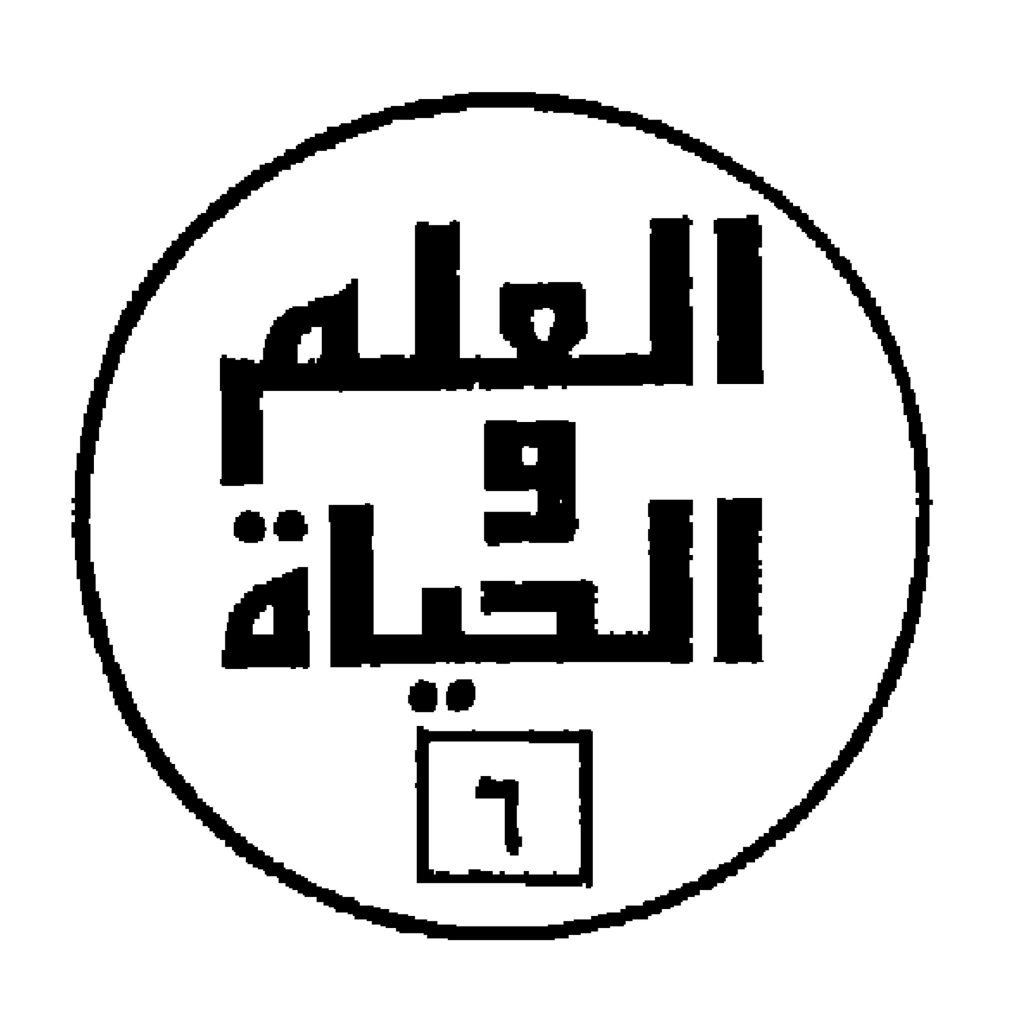
سلاح ذو حدين

الأستاذ الدكتور

عبد الله محمد إبراهيم



مركز الأهرام
للترجمة والنشر



المبيدات

سلاح ذو حدين

الأستاذ الدكتور

عبد الله محمد إبراهيم

الطبعة الأولى
١٤١٩ هـ - ١٩٩٨ م

الناشر : مركز الأهرام للترجمة والنشر
مؤسسة الأهرام - شارع الجلاء - القاهرة
تليفون : ٥٧٨٦٠٨٣ - فاكس : ٥٧٨٦٨٣٣

المحتويات

الصفحة

مقدمـــة

أصبحت قضية المبيدات من القضايا المهمة التى تشغل بال الكثيرين من الناس وتستأثر بجانب من اهتمامهم . فالبعض منهم يفكر فى جدواها الاقتصادية والصحية ، وما عادت به على الإنتاج الزراعى من رخاء وعلى الصحة العامة من تحسن . والبعض الآخر يتأمل آثارها الضارة على البيئة والصحة ، وما جلبته من تلوث وأمراض بسبب مخلفاتها السامة التى ما فتئت تنتشر فى كل مكان ، حتى وصلت إلى طعام الإنسان وشرابه وسببت له العديد من المشاكل المرضية ، بل ظهرت حتى فى لبن الأم لتصيب وليدها بالضرر فى الأيام الأولى من رحلته فى الحياة .

والمبيدات لفظ يشير إلى كل المركبات الطبيعية والكيميائية التى لها القدرة على مكافحة الآفات المختلفة ، والحد من تكاثرها وانتشارها على مصادر الغذاء والكساء بكافة أنواعها ، إضافة إلى الآفات التى تهاجم الإنسان والحيوان وتنقل إليهما الأمراض المختلفة .

ولقد لعبت المبيدات دورا كبيرا فى توفير المحاصيل الزراعية وحمايتها من غوائل الحشرات الفتاكة والحشائش الضارة ، وغيرها من الآفات الزراعية التى تهاجم المحاصيل المختلفة ، بداية من مرحلة الإنبات وخلال أطوار النمو وإنتاج الثمار ، وحتى فى أثناء نقلها وتخزينها . كما وجّه الإنسان جزءا كبيرا من تلك المبيدات لمكافحة الحشرات والقوارض والقواقع الناقلة للأمراض ، مما أدى إلى التخفيف من حدة انتشار الأمراض المتوطنة والأوبئة السارية ، وأنقذ الكثيرين من الوقوع فى براثنها .

ولكن قد يستفسر البعض : هل تم التخلص نهائيا ، ولو من بعض الآفات ، نتيجة استخدام أقوى المبيدات ؟ .

وقبل الرد على هذا الاستفسار ، لعله من المفيد أن نبدأ أولا بإلقاء الضوء على جوانب الموضوع للوقوف على الأبعاد الحقيقية لقضية المبيدات . فلنتأمل معا الأسئلة التالية :

* هل للمبيدات آثار جانبية ؟
* ما قصة البطاطس المسممة ؟
* ماذا وراء الثورة الخضراء ؟
* لماذا تزايدت العدوى بالملاريا فى بعض المناطق ؟
* هل أصبحت بعض الأراضى فى حالة إدمان للكيماويات ؟
* ما سر انتشار أمراض الكبد والكلى والحساسية وغيرها فى السنوات الأخيرة ؟
* كيف وصلت المبيدات إلى طائر البطريق فى القطب الجنوبى للكرة الأرضية ؟
* ما علاقة التسميد بالمبيدات ؟
* ماذا يعنى التلوث الثانوى ؟
* ما سبب انقراض العديد من الطيور والأحياء البرية الأخرى ؟

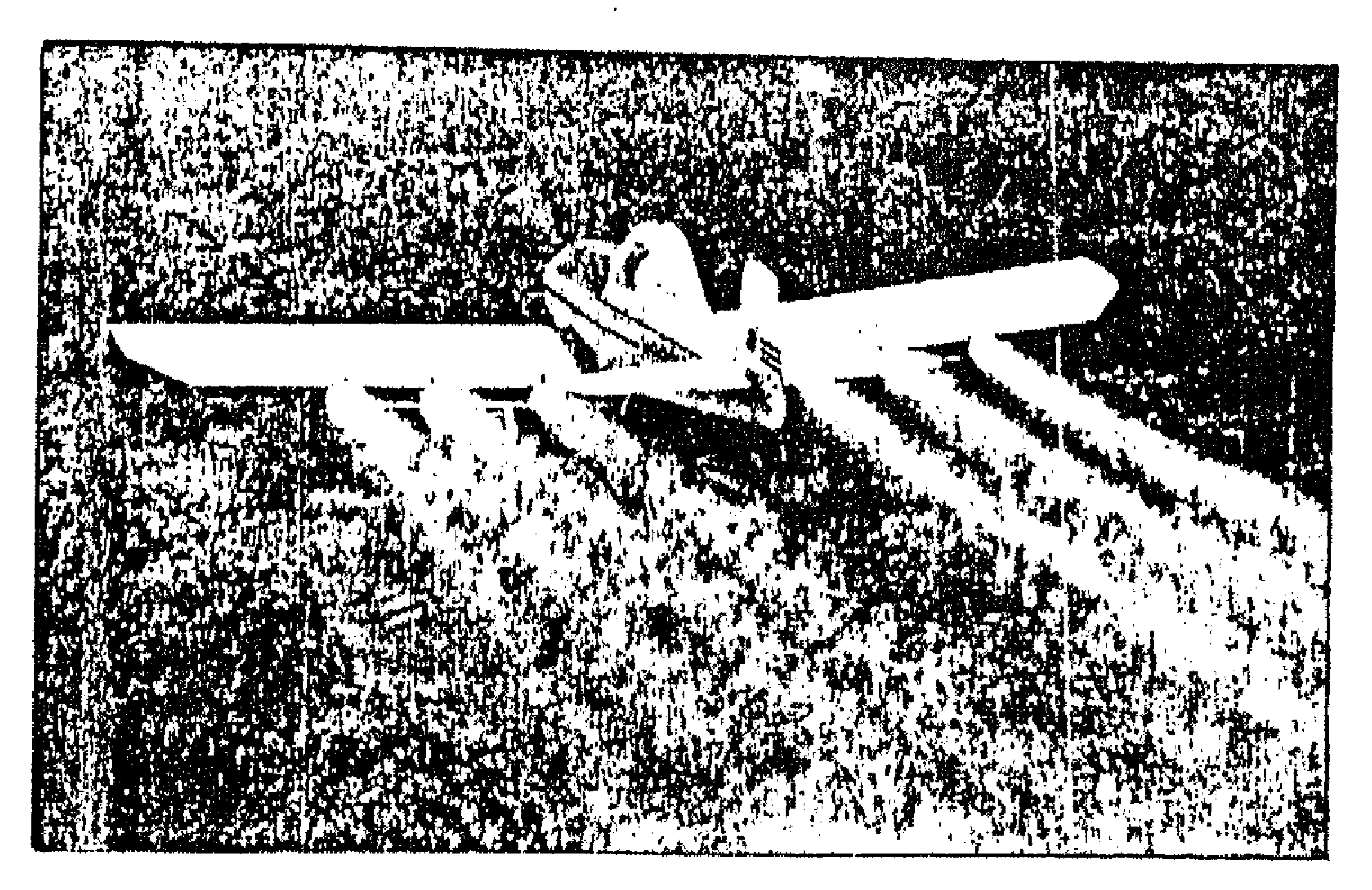
إن الإجابة عن هذه الأسئلة تعكس حجم التحدى الذى يواجه الإنسان بشكل متصاعد ، من أجل توفير الغذاء له ولأجياله المتعاقبة ، والجهد الذى عليه أن يبذله لكى يستنقذ قوته من أفواه كثرة غالبة من تلك الآفات الشرهة ، ويحمى صحته من غزوات العديد من الآفات المرضية الخطيرة .

والحقيقة أن الإنسان قد سجل نصرا كبيرا على معظم الآفات الضارة ، لكنه لم ينجح فى القضاء على أى نوع منها إلى درجة استئصاله نهائيا ، وذلك بالرغم من استخدامه لأقوى المركبات السامة ، وإنما دخل مع هذه الآفات فى معركة شرسة مستعرة . إذ كلما زاد من أسلحته ضدها بإطلاق كميات مركزة

من المبيدات ولعدة مرات في الموسم الواحد ، زادت هي من قدرتها على البقاء ، وتسلحت أجيالها الجديدة بإمكانات للصمود والتصدي تفوق إمكانات الأجيال التي سبقتها . وهكذا اضطر الإنسان إلى التفكير في المشكلة بشكل أشمل ، واضعا في اعتباره ما جرّته المبيدات على البيئة من أضرار وتلوث كيميائي أصاب الأخضر واليابس . فأخذ يبحث في إنتاج مواد كيميائية أكثر تخصصا ، تصيب الآفة المستهدفة فقط دون المساس بالأحياء الأخرى ، وتكون سريعة التحلل حتى لا تتخلف عنها آثار يمكن أن تضر الإنسان والبيئة . وتوصل الإنسان بذلك إلى أساليب جديدة لمقاومة الآفات مثل المكافحة البيولوجية وغيرها من الوسائل الآمنة بيئيا . جاء هذا بعد أن تعالت تحذيرات الخبراء والحكماء ضد إطلاق المزيد من تلك السموم على كوكب الأرض . إذ أن هذه الكيماويات السامة لا تعرف حدودا تتوقف عندها ، فهي تنتقل بواسطة الماء والهواء وسلاسل الغذاء . إلى مسافات مترامية تبعد كثيرا عن أماكن إطلاقها ، فتهلك الحرث والنسل في مناطق أخرى لم تشهد أو تسمع عنها شيئا . وفي هذا الصدد ، لعلنا نذكر ما حدث لطيور البطريق وعجول البحر في القطب الجنوبي للأرض ، والتي وجد أن أجسامها تحتوي على مبيدات أطلقت منذ سنوات طويلة وعلى بعد آلاف الأميال من الأماكن التي تعيش فيها .

فهل يمكن التخلي عن استخدام هذه المبيدات رغم خطورتها على الإنسان والبيئة ؟ .

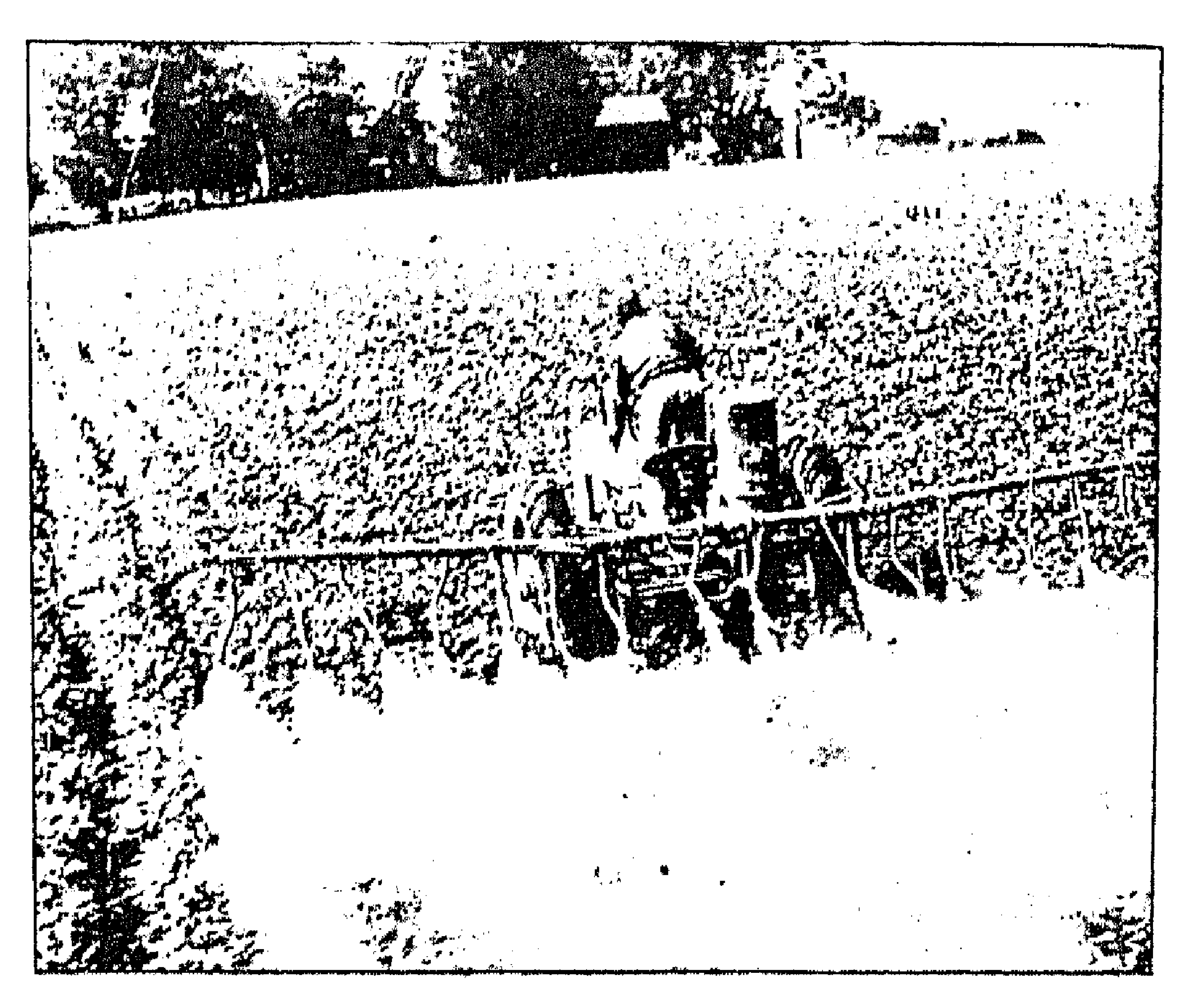
لقد تزايد استخدام المبيدات في العقود الأخيرة بمعدلات غير مسبوقة ، وشاع تطبيقها في كل مكان على كوكبنا بشتى الوسائل الجوية (شكل ١) والأرضية (شكل ٢) . وتسابق العلماء في استحداث آلاف المركبات الفتاكة ضد مختلف الآفات ، وتنافست الشركات المتخصصة في مجال المبيدات على إنتاج أكثرها فاعلية ، وطرحها في الأسواق العالمية ، حتى وصلت جملة مبيعاتها إلى قرابة ثلاثين مليارا من الدولارات سنويا . وفي حين أن تلك الشركات تمارس نشاطها في بلادها تحت رقابة بيئية وصحية صارمة ، فإنها



شكل (١) : الرش الجوى للمبيدات بالطائرة

تجد فى دول العالم الثالث النامية سوقا رائجة لمنتجاتها السامة ، دون مراعاة لسلامة البيئة فى هذه الدول ، مما يؤدى إلى تراكم هذه المنتجات وعجز هذه الدول عن التخلص منها بالطرق الآمنة .

ويتضح مما سبق أنه كان على الإنسان أن يواجه تحديا مضاعفا ، فمن ناحية هناك الآفات المختلفة الضارة به وبغذائه وممتلكاته والتى يلزم القضاء عليها بالمبيدات الفتاكة . ومن ناحية أخرى هناك التلوث والأضرار الناجمة عن استخدام تلك المبيدات ، والآثار المترتبة على تراكمها فى البيئة وفى أجسام الكائنات الحية المختلفة وعلى رأسها الإنسان ، مما يستلزم مواصلة البحث عن مبيدات صديقة للبيئة ومواجهة المشكلة من عدة جوانب فيما يعرف بالسيطرة المتكاملة على الآفات .



شكل (٢) : الرش السطحى للمبيدات بآلات الضخ المكثف

وأضيف إلى ما سبق تحديا آخر يواجه كل من يتصدى للكتابة فى مثل هذا الموضوع المتشعب ، ذى الأبعاد الكيميائية والبيولوجية والبيئية والزراعية والصحية والاقتصادية ، وغيرها مما يدركه المتخصصون ، ولكن بشكل يناسب القارىء المثقف ، وهو ما أرجو أن أكون قد وفقت فيه ، آملا أن يحظى الكتاب بقبول جمهور القراء ، وأن يجدوا فيه إجابة عن بعض تساؤلاتهم حول هذا الموضوع الحيوى والهام .

والله ولى التوفيق

الفصل الأول

تعدد الآفات وتنوع المبيدات

أشكال الآفات :

تتعدد صور الآفات وأشكالها وأطوار حياتها . وتُعرَّف الآفة بأنها كل كائن حى ضار أو غير مرغوب فيه ، نظرا لتداخله بشكل مباشر أو غير مباشر مع نشاط الإنسان ، أو وقوفه فى طريق استغلال مصادر البيئة المختلفة ، أو تسببه فى إحداث المرض للإنسان وحيواناته المستأنسة .

ومن الآفات ما يهاجم الإنسان فى غذائه وكسائه وممتلكاته ، فيأتى على مزروعاته ومحاصيله خلال مراحل نموها المختلفة حتى النضج وإنتاج البذور والثمار ، أو يتلف الحبوب والأخشاب والألياف فى أثناء الحصاد ثم عند التخزين والاستهلاك ، ومنها ما يهاجم جسم الإنسان والحيوان وينقل إليهما أشد الأمراض فتكا .

ولذلك تضم الآفات أنواعا عديدة من الحشرات الزراعية والطبية الضارة ، والقوارض الشرهة ، والفطريات المحللة للبذور والثمار ، والحشائش والأعشاب المزاحمة للمزروعات والمسطحات المائية ، والنيماتودا (ديدان خيطية دقيقة) الضارة بالتربة والنباتات ، والقواقع والبزاقات(*) الأرضية

(*) البزاقات : مجموعة من الرخويات الرئوية (تتنفس الهواء الجوى) ، الشبيهة بالقواقع لكنها عارية من الصدفة الخارجية .

المدمرة للحدائق والمحاصيل ، والقواقع المائية الناقلة لأخطر الأمراض ، وغير ذلك من الكائنات الحية المسببة للأضرار الاقتصادية والصحية .

موقع الآفات فى البيئة الطبيعية :

جدير بالذكر أنه قبل تدخل الإنسان فى البيئة ، كانت هذه الكائنات الحية ، أى الآفات ، تعيش فى بيئاتها الطبيعية فى حالة من التوازن مع بعضها ، ومع غيرها من عناصر البيئة وأحيائها المختلفة . إذ أن لكل نوع منها أعداءه الطبيعية التى تحد من تكاثره وانتشاره - إما بافتراس أعداده المتزايدة ، أو التطفل عليها ، أو منافستها على موارد البيئة المحدودة . فالحشرات ، مثلا ، يعيش معظمها على النبات ، فمنها ما هو نافع حيث يتغذى على رحيق الأزهار متنقلا بين النباتات المختلفة ، فيساعد على انتقال حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى وحدوث التلقيح الخلطى(*) الذى يزيد المحصول كثيرا (مثل طوائف النحل والنمل والفراشات وغيرها) ، ومنها ما هو ضار حيث يلتهم الأوراق أو الثمار أو البذور ، فيتلف المحصول (مثل الجراد وديدان القطن والسوس وغيرها) . ومن ناحية أخرى هناك مجموعة من الحشرات تخصصت فى التغذية على دم الإنسان وحيواناته (مثل البعوض والقمل والبراغيث) أو على الفضلات العضوية (كالذباب والصراصير) وغيرها ، فتعمل على نقل الأمراض وانتشار الأوبئة الخطيرة . ومع ذلك فإن الكثير من الحشرات يشكل غذاء شهيا للعديد من الحيوانات كالعناكب والسحالى والطيور وغيرها . كما تقع بعض الحشرات فريسة لبعض النباتات المعروفة بصائدة الحشرات ، التى تنصب لها شراكا فى أزهارها أو أوراقها ، تطبق عليها حتى تموت وتتحلل ليمتصها النبات ، مما يحد من زيادة أعداد هذه الحشرات فى البيئة .

أما القوارض ، فهى مجموعة كبيرة من الثدييات الصغيرة الحجم السريعة

(*) التلقيح الخلطى هو انتقال حبوب اللقاح من أعضاء التذكير فى زهرة إلى عضو التأنيث فى زهرة أخرى من نفس نوع النبات .

التوالد . والقوارض متنوعة الغذاء ، فهى تعيش على أى طعام نباتى أو حيوانى ، حتى أنها تتغذى على الأخشاب والألياف والعظام وغيرها مما تعافه الحيوانات الأخرى . وهى تتميز بقدرتها على قرض غذائها من المحاصيل في الحقول أو المخازن ، كما تتوالد فى الحدائق والمنازل وتتلف الممتلكات ، والأهم من ذلك أنها تنقل للإنسان أمراضا خطيرة على رأسها الطاعون (أو الموت الأسود) الذى أباد الملايين في العصور الوسطى . وهذه القوارض بدورها تعتبر غذاء شهيا للعديد من الطيور الجارحة كالحدأة والبومة والصقر ، بالإضافة إلى الثعابين وبعض الثدييات كالنمس والثعلب وغيرهما .

ومن الآفات الزراعية هناك أيضا الفطريات المختلفة ، التى تنتشر على النباتات أو البذور أو الثمار ، خلال مراحل نموها أو نقلها أو تخزينها ، فتسبب لها العفن والتحلل ، وتحدث خسائر كبيرة فى الإنتاج النباتى . أما النيماتودا فهى عبارة عن ديدان خيطية دقيقة تنتشر بين ثنايا التربة فى الأراضى الرطبة ، وتخترق جذور النباتات لتصل إلى الساق أو الأوراق أو الثمار ، حيث تحدث بها أوراما ظاهرة ، وخللا فسيولوجيا يؤدى إلى نقص المحصول وتدهور صفاته . ومع ذلك فإن الفطريات والنيماتودا تشكل هى الأخرى غذاء شهيا لعدد من حشرات التربة وديدان الأرض وغيرها ، مما يحد من تكاثرها وانتشارها فى البيئة .

أما القواقع ، فهى حيوانات رخوية بطيئة الحركة ، تحتمى داخل أصداف حلزونية جيرية صلبة ، ومنها ما يعيش على الأرض بين الحشائش والأشجار ، وقد يلتهم الأوراق أو الثمار بما لديه من أسنان دقيقة على شريط متحرك فى الفم ، فيتلف المزروعات والمحاصيل . وهناك أيضا البزاقات الرخوية الشبيهة بالقواقع لكنها بلا أصداف تحميها ، لذا فإنها تتحرك ليلا وتختفى نهارا بين ثنايا التربة والحشائش ، وهى لها نفس الأثر المدمر على المزروعات . وهذه القواقع أو البزاقات تشكل غذاء جيدا لعدد من الطيور والقوارض التى تحد من تزايدها . وهناك القواقع المائية التى تنتشر فى قنوات المياه العذبة وتنقل الكثير من الطفيليات المرضية للإنسان والماشية ،

كالبلهارسيا والدودة الكبدية ، لكن كثيرا من تلك القواقع المائية يقع فريسة لعدد من الأسماك والحشرات المائية وغيرها .

ومن أكثر الآفات انتشارا وخطورة على الإنتاج الزراعى نجد الحشائش والأعشاب ، التى تزاحم المزروعات ، وتنافس الأشجار فى الحدائق والحقول على معادن التربة ومياه الرى . وتظهر هذه الحشائش والأعشاب بأعداد كثيفة ، وفى فترات وجيزة ، كنباتات موسمية أو حولية تتكاثر خضريا أو تنتشر عن طريق البذور الوفيرة الإنتاج ، فتؤثر على نمو المحاصيل ، وقد تؤدى إلى ضعف النباتات المزروعة وذبولها إذا لم يتم إزالتها بأى وسيلة . وحتى وقت قريب كان يتم إزالتها بواسطة الأيدى العاملة ، وهو الأمر المتعذر حاليا ، ولذا يتعين مكافحتها بوسائل أخرى .

دور الآفات فى البيئة الطبيعية :

لو نظرنا إلى الآفات من منظور بيئى ، نجد أن معظمها له دور بنّاء فى البيئة الطبيعية . فمثلا تضم السلاسل الغذائية البرية كثيرا من الحشرات والقوارض والقواقع البرية ، وتنتهى بالعديد من المفترسات كالطيور والثدييات . أما القواقع المائية ، فتدخل فى سلاسل الغذاء المائية التى تنتهى بالأسماك وغيرها من الحيوانات التى ترتاد المياه بحثا عن الغذاء . وبالمثل ، فإن الفطريات والنيماتودا وبعض الحشرات تعمل على تحليل المواد العضوية للكائنات الحية الميتة ، وتحول عناصرها إلى أجيال جديدة من النباتات والحيوانات فى البيئة . كما تلعب الحشائش فى البرارى دورا مهما فى توفير الغذاء لآكلات العشب من الثدييات والطيور وغيرها . وفى نفس الوقت تعمل على تنشيط التربة وتركيز عناصرها فى الطبقة السطحية بعد موتها وتحللها ، والتمهيد لنمو أنواع نباتية أرقى تتعاقب عليها فى البيئة .

المبيدات وتنوعها :

نبذة تاريخية عن تطور المبيدات :

مع تعدد الآفات وتنوع أشكالها وأطوار حياتها المختلفة ، ظهرت منذ القدم وسائل مختلفة لمكافحتها ، بدءا من استعمال عدد من المركبات الطبيعية الموجودة فى البيئة مثل الرماد والسناج والكبريت ضد الآفات الحشرية ، وما تلا ذلك من استخدام بودرة التلك والسيليكا وحمض البوريك ، ثم الصابون والقطران والكيروسين ، وزيت الكافور والفلفل وغيرها . واعتمدت هذه المركبات جميعا فى عملها على خدش سطح جُلَيِّد الحشرة ، فتفقد الماء وتموت من الجفاف .

وأول مبيد كيميائى عرفه الإنسان كان « أخضر باريس » المكون من أملاح النحاس الزرنيخية ، حيث كان يُطلق على الحشرات الزراعية فيقتلها بفعل عنصر الزرنيخ السام . وظل هذا المبيد مستخدما منذ عام ١٨٦٧ حتى عام ١٩٠٠ عندما صدر فى أمريكا أول تشريع فى العالم لتحديد استخدام المبيدات . ومنذ بداية القرن العشرين ظهرت مبيدات زرنيخية أخرى أقل سمية للبيئة من « أخضر باريس » ، تلاها فى الظهور مركبات فلوريد الصوديوم والألمونيوم ، ثم مركبات السيانيد والزئبق والرصاص . ولكنها كانت جميعها مركبات طويلة البقاء فى البيئة لاحتوائها على عناصر سامة ثابتة ، لذلك توقف استعمال معظمها حاليا ، وهى تعرف بـ « مبيدات الجيل الأول » .

أما المبيدات ذات الأصل النباتى فقد ظهرت منذ القرن الثامن عشر ، وكان أقدمها « النيكوتين » الذى كان يستخدم فى صورته الطبيعية المأخوذة من أوراق نبات الطباق المجروشة ، وذلك لمكافحة حشرات المن والحشرات القشرية . وفى القرن التاسع عشر ظهر « الروتينون » كمبيد حشرى مستخلص من جذور نباتات عديدة ، ويحضّر على شكل مسحوق أو سائل حيث يستخدم لمكافحة آفات الفاكهة والخضراوات . وكان أكثر المبيدات النباتية نجاحا هو « البيرثرام » المستخلص من أزهار نبات الكريزانثيمم

المعروفة فى كينيا . وقد شاع استخدامه ضد الذباب والبعوض ، وحشرات الحبوب المخزنة وغيرها من الحشرات المنزلية . ونظرا لتكلفته المرتفعة ، فقد تمكن الكيميائيون من تحضير نظائر صناعية عديدة لهذه المركبات الطبيعية المعروفة بالبيريثرويدات ، بحيث تكون فعالة عند أقل تركيز ، وأقل سمية للبيئة والإنسان ـ ومازال البحث مستمرا فى مجال المبيدات النباتية الطبيعية حتى يومنا هذا .

ومع بداية الحرب العالمية الثانية سنة ١٩٣٩ ، شهد الصراع الدائر بين المبيدات الكيميائية والآفات تطورا كبيرا باكتشاف مبيد الـ « د د ت » . وقد انتشر استخدام الـ « د د ت » فى كافة أرجاء الأرض بفضل رخص ثمنه ، وفعاليته الشديدة ضد كافة الحشرات وبقاء آثاره السامة عليها لمدة طويلة ، بالإضافة إلى سهولة تحضيره ـ مما جعله أكثر المبيدات المصنعة استعمالا حتى وقت قريب . فحتى سنة ١٩٦١ كان فى الولايات المتحدة الأمريكية وحدها ما يزيد على ١٢٠٠ تحضير من الـ « د د ت » ، تستخدم ضد ٢٤٠ آفة زراعية ، وكان الإنتاج السنوى منه بمئات الآلاف من الأطنان . وفتح الـ « د د ت » عهدا جديدا للمبيدات التى سميت « بمبيدات الجيل الثانى » ، حيث أعقبه فى الأربعينيات والخمسينيات اكتشاف مركبات أخرى على نفس الدرجة من الكفاءة ـ عرفت بمجموعة « مركبات الكلور العضوية » ، مثل « لندان » و« ألدرين » و« دايلدرين » و« أندرين » و« هبتاكلور » و « توكسافين » وغيرها . ولكنها كانت أشد سمية للثدييات من الـ « د د ت » . ونظرا للمشكلات البيئية التى صاحبت انتشار استخدام الـ « د د ت » ، فقد أوقف استعماله منذ ١٩٧٢ فى الولايات المتحدة وبعض دول أوروبا ، كما حددت استخدامات مركبات الكلور العضوية الأخرى فى أضيق الحدود .

وخلال الحرب العالمية الثانية ، طور الكيميائيون العديد من « مركبات الفوسفور العضوية » التى شاع استخدامها حتى اليوم ، بفضل عدم ثباتها أو تراكمها مثل مركبات الكلور العضوية . لكنها مازالت تتضمن خطر انتقال السمية لكائنات أخرى غير الآفات المستهدفة ، ومنها الثدييات والإنسان ، ولذا فقد تم تحديد استخدامها أيضا لتقتصر على آفات معينة .

والمجموعة الثالثة من المبيدات المصنعة كانت « الكاربامات » التى ظهرت فى أوائل الخمسينيات ، واستمر استخدامها حتى اليوم على نطاق واسع لمكافحة العديد من الآفات الحشرية فى الزراعة والصحة العامة ، ويرجع السبب فى ذلك إلى قلة سميتها للكائنات الأخرى غير الآفات المستهدفة وعدم تراكمها فى البيئة .

ويستخدم فى البيئة حاليا ، أكثر من مليونين ونصف المليون طن سنويا من مبيدات الجيل الثانى سالفة الذكر ، بمعدل نحو نصف كيلوجرام من المواد السامة لكل شخص يدب على الأرض - لحماية الإنسان وغذائه وممتلكاته من الآفات . ويستخدم من تلك الكمية الثلثان تقريبا فى الدول المتقدمة ، والثلث في الدول النامية التى يتزايد استخدام المبيدات فيها مع تزايد السكان وانتشار الآفات .

ويتطلع العلماء إلى أجيال من المبيدات الآمنة بيئيا - ومنها مشابهات الهرمونات ومنظمات النمو الطبيعية ، والتى تماثل المبيدات الكيميائية فى فعاليتها ، لكنها أكثر تخصصا وأسرع تحللا ، ولذا فهى أكثر أمانا للإنسان والبيئة . ومازالت البحوث جارية على قدم وساق لإيجاد أفضل المبيدات من المنظور الصحى والبيئى - مثل تحصين النباتات والحيوانات المستهدفة ضد الآفات باستخدام الهندسة الوراثية ، واللجوء لوسائل المقاومة البيولوجية ، حتى نصل إلى ما يعرف ببرامج « السيطرة المتكاملة على الآفات » .

أقسام المبيدات :

تتعدد أقسام المبيدات بتنوع الآفات ، وبصفة عامة يمكن تقسيمها إلى :

١ - *المبيدات الحشرية :*

وهى مواد تطلق على الحشرات الضارة فى الحقول والحدائق والمنازل ، ومخازن الحبوب والأخشاب ، والألياف والورق ، أو على المسطحات المائية وغيرها . وتعمل هذه المواد على تثبيط العمليات الأيضية (التمثيل الغذائى) ،

أو وقف السيالات العصبية بالحشرة ، فتشل حركتها وتقتلها . وبعض هذه المبيدات يتحلل بعد فترة معينة ، لكن البعض الآخر قد يبقى ثابتا لفترة طويلة فى البيئة . وتعتبر صفة الثبات من الصفات المميزة للمبيد الجيد ، وتعنى استمرار فعاليته فى قتل الآفات لمدة طويلة ، لكنها فى نفس الوقت تنطوى على خطورة تتمثل فى احتمال تسربه إلى مصادر المياه ، وبقاء سميته فى البيئة وتراكمه فى سلاسل الغذاء ، وانتقاله من الكائنات الحية البسيطة ، إلى الأسماك ، ومنها إلى الطيور والثدييات حتى يصل فى النهاية إلى الإنسان .

٢ ـ *المبيدات العشبية :*

وهى مواد تطلق على الحشائش الضارة بالمحاصيل فتوقف نموها ، وتعطل تكاثرها ، وتؤدى إلى ذبولها وموتها دون أن تؤثر على النباتات الأخرى . وهى تعرف « بالمبيدات الجهازية » التى تتسرب إلى أجهزة التوصيل فى النبات فتعطل انتقال الماء والمواد الغذائية ، أو توقف عمليات الإنبات أو البناء الضوئى ، أو تمنع تكاثر الخلايا وانقسامها أو بناء البروتين . وبالرغم من أن هذه المبيدات تعتبر وسيلة فعالة للقضاء على الحشائش التى تعطل نمو المحاصيل وتؤخر حصادها ، فإن بقاءها طويلا فى التربة يؤدى إلى انتقال جزء منها إلى مياه شبكة الرى وتلويثها بمركبات سامة للبيئة والأحياء عامة .

٣ ـ *مبيدات الفطريات :*

وهى مواد تستخدم لقتل أو القضاء على مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة الضارة ، وبخاصة الفطريات والبكتريا ، التى تهاجم المحاصيل والبذور والأخشاب ، والجلود والمنسوجات وغيرها . وتعمل هذه المبيدات على تدمير العمليات البيوكيميائية داخل الخلايا الحية للفطر ، كما تحطم جدر الخلايا وتحلل الإنزيمات والهرمونات الضرورية لحياتها ، إلى جانب أنها توقف قدرة الكائن المستهدف على النمو والتكاثر . ويلعب تجهيز هذه المبيدات (أى الشكل الذى عليه المبيد : محلول يرش ، مسحوق ينثر فى الهواء ، حبوب تبذر على التربة ، مادة غازية أو غروية) دورا كبيرا فى تأثيرها السام على

البيئة ، ويفوق فى أهميته سمية المبيد نفسها . ونظرا لزيادة الاعتماد على هذه المبيدات بصورة مطردة فى الزراعة والصناعة ، فإنه يخشى من تسربها إلى مجارى المياه نتيجة سوء استخدامها أو نقلها وتخزينها ، كما يمكن أن تتسرب من المناطق المعالجة مع مياه الأمطار أو الصرف ، فتسبب أضرارا فادحة للبيئة والإنسان والكائنات الحية الأخرى .

٤ - مبيدات القوارض :

وهى مركبات سامة تستخدم على صورة طعم يضاف للحبوب أو العجائن المحضرة لجذب القوارض وبخاصة الفئران فى المنازل والمخازن والحقول ، لكى تتغذى عليها وتلتقط المادة السامة فيها . وتعتمد بعض هذه المركبات فى سميتها - بعد امتصاصها فى الأمعاء - على وقف عمل إنزيمات تجلط الدم ، وتدمير نفاذية الشعيرات الدموية ، فيصاب الحيوان القارض بنزيف دموى داخلى واسع النطاق ، قد يستمر لعدة أيام بعد تناول المبيد ، حتى يموت الحيوان . وهناك مركبات أخرى تسبب تدميرا للمخ والرئتين والكبد والكلى والقلب بدرجات متفاوتة .

٥ - مبيدات القواقع :

وتضم عدة مركبات يستخدم بعضها ضد القواقع الأرضية والبزاقات التى تهاجم المزروعات ، فتتلف المحاصيل وأوراق الأشجار والبساتين فى المناطق الرطبة . وهى تجهز على شكل طعم سام يوضع بين الحشائش أو على جذوع الأشجار . ويعتمد التأثير السام لهذه المركبات على تخدير الجسم الرخوى للقوقع وشل حركته وتعريضه للجفاف الذى يفضى إلى الموت . وهناك أيضا مبيدات القواقع المائية التى تطلق فى شبكات المياه العذبة وقنوات الرى ، ضد القواقع الناقلة للبلهارسيا والدودة الكبدية ، وتكون على شكل سائل مركز يتخفف فى الماء ، أو مسحوق يذوب ببطء فى الماء . وتعمل هذه المبيدات على إحداث شلل فى الجهاز العصبى للقوقع ، أو منع حركته وقدرته على التغذية ، أو إيقاف نموه وتكاثره .

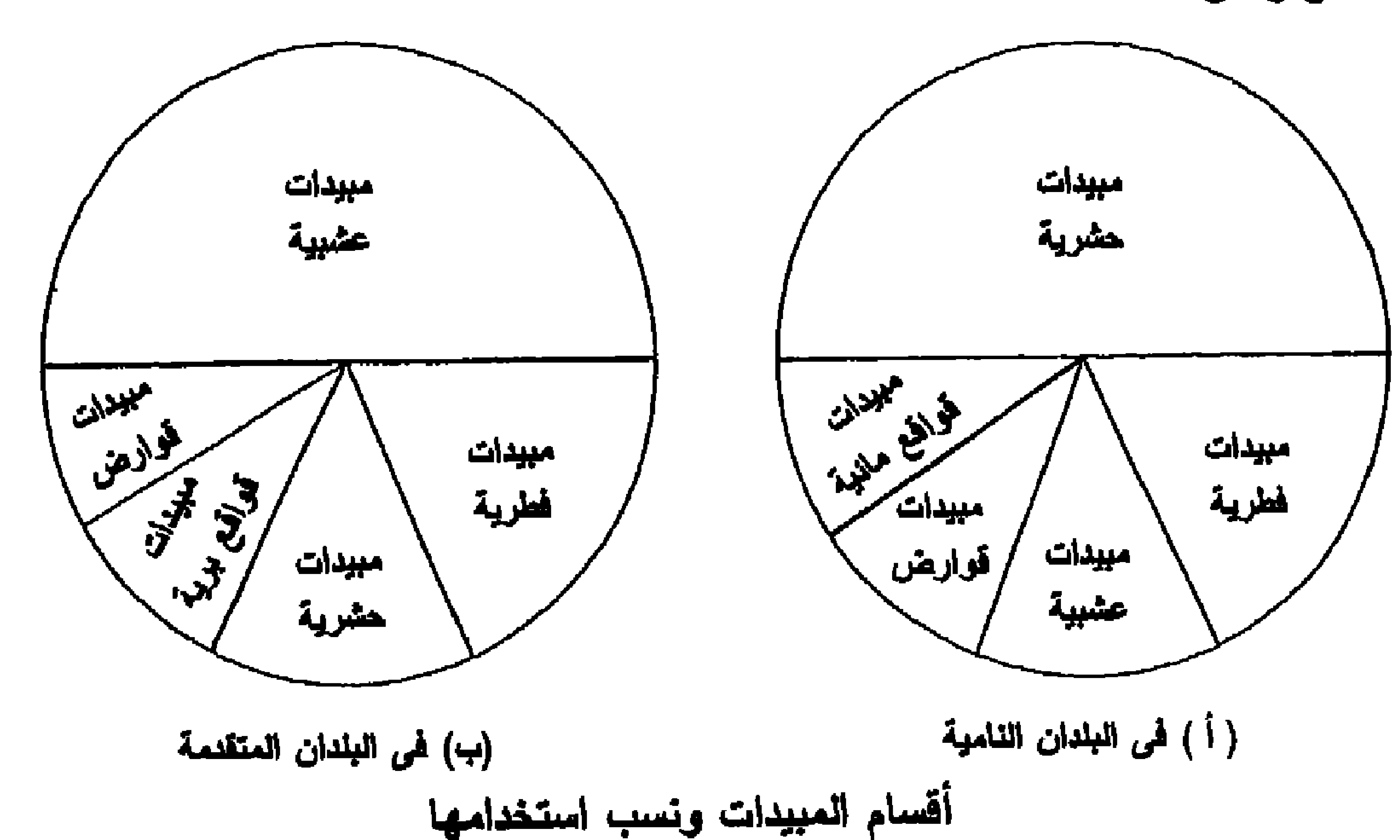
وكل هذه المبيدات تؤدى إلى وقف انتشار هذه الآفات الخطيرة ، ومع ذلك فإن بعضها يضر بالأحياء المائية الأخرى كالأسماك وغيرها ، وعليه يجب استخدامها بحذر وحيطة .

معدل استخدام المبيدات :

يتفاوت معدل استخدام المبيدات بكافة أنواعها باختلاف درجة انتشار الآفات فى المناطق المعالجة ، وتبعا للظروف المناخية والبيئية السائدة فى تلك المناطق .

ففى البلدان النامية حيث تنتشر الآفات الحشرية ، نظرا لارتفاع درجات الحرارة والرطوبة ، تزيد الكميات المستخدمة من المبيدات الحشرية لتصل إلى نصف الكميات المستخدمة من كافة المبيدات تقريبا ـ يليها فى الكمية المبيدات الفطرية ، فالمبيدات العشبية ، ثم مبيدات القوارض ، فمبيدات القواقع المائية .

أما البلدان المتقدمة فتسود فيها المبيدات العشبية ، حيث تشكل الكميات المستخدمة منها نصف الكميات المستخدمة من جميع أنواع المبيدات تقريبا ، يليها المبيدات الفطرية فالمبيدات الحشرية ، ثم مبيدات القواقع البرية فمبيدات القوارض .



أقسام المبيدات ونسب استخدامها

وصول المبيد إلى الآفة وفعاليته :

تقسم المبيدات تبعا لطريقة وصولها لجسم الآفة إلى أربع مجموعات هى :

١ ـ **سموم جلدية** : تصل إلى جسم الآفة عن طريق الملامسة والاحتكاك بسطح الجلد ، وتنفذ منه إلى الطبقات الداخلية للجلد ، ومنها إلى الأحشاء أو الأعضاء المستهدفة .

٢ ـ **سموم معوية** : تصل إلى جسم الآفة عن طريق الفم ، وتنتقل منه إلى القناة الهضمية ، فالأعضاء الداخلية الأخرى المستهدفة بالجسم .

٣ ـ **سموم تنفسية** : وتنتشر بالتبخير لتصل إلى داخل الجسم عن طريق فتحات التنفس أو الثغور ، ومنها إلى أنسجة الجسم المختلفة .

٤ ـ **سموم جهازية** : تصل إلى داخل جسم الآفة العشبية أو الفطرية المستهدفة ، حيث تؤثر فى معظم أجهزة الجسم أو تتركز فى أعضاء معينة منه .

كما تقسم المبيدات تبعا لطبيعة مفعولها السمى على الآفات إلى ما يأتى :

١ ـ **سموم طبيعية** : تؤثر فى الآفة بصورة طبيعية دون إحداث تفاعلات كيميائية واضحة ، مثل المساحيق الخاملة والزيوت .

٢ ـ **سموم بروتوبلازمية** : تؤثر فى بروتوبلازم خلايا الآفة وتسبب تحللها أو تيبسها ، مثل العناصر الثقيلة وأملاحها .

٣ ـ **سموم تنفسية** : تؤثر فى الجهاز التنفسى ، وتدمر إنزيمات التنفس ، كما تعطل عمليات التمثيل الغذائى ، مثل غاز ميثيل بروميد .

٤ ـ **سموم عصبية** : تؤثر فى الجهاز العصبى للآفة ، وتوقف عمل السيالات العصبية ، مثل مركبات الفوسفور العضوية والكاربامات .

خصائص المبيدات :

تختلف المبيدات من حيث درجة السمية عامة ، فهناك مركبات عالية السمية وأخرى متوسطة السمية ، وثالثة منخفضة السمية . وتعتمد هذه السمية على عدة خصائص منها :

١ ـ **محتوى المبيد من المادة الفعالة** ، وهي المادة النشيطة كيميائيا لكي تحقق الهدف من استخدامها ، وهو قتل الآفة المستهدفة . أما المواد الأخرى الداخلة في تركيب المبيد ، فهي بمثابة مواد حاملة للمادة الفعالة لتسهل من وصولها إلى الآفة . وتكون نسبة المادة الفعالة عادة ضئيلة جدا بالمقارنة بنسبة المادة الحاملة ، كما في حالة المبيد الذى يستخدم كطعم لصيد الحشرات وقتلها ويدخل في تركيبه حمض البوريك ، إذ لا تتجاوز نسبة الحمض ١٪ والباقي عبارة عن محلول سكرى حامل للمادة السامة ، ويعمل على جذب الحشرات نحوها .

٢ ـ **سمية المبيد** ـ بالنسبة لكل من الآفة المستهدفة والأحياء الأخرى والإنسان بعد التعرض لمدة زمنية محددة . ومن أكثر معايير السمية شيوعا المصطلح العلمي (LD_{50}) ويشير إلى الجرعة نصف القاتلة ، أي الكمية التي تكفي لقتل نصف عدد أفراد العينات المعرضة ، وبالمثل (LC_{50}) أي التركيز القاتل لنصف العدد في حالة الآفات التي تعيش في الماء . فمثلا (LD_{50}) من الكحول الإيثيلي للفأر هي ١٤٠٠ مجم / كجم (أي ١٤٠٠ ملليجرام لكل كيلوجرام من وزن الجسم) ، أما في حالة مبيد الـ « د د ت » للفأر فتبلغ ١١٣ مجم / كجم ، ويعطى هذا مؤشرا على درجة سمية المبيد للفأر وغيره من الثدييات وحتى الإنسان . وكذلك يلزم معرفة كيف يتعرض الإنسان أو الحيوانات الأخرى لأي مبيد جديد تحت الاختبار ، هل عن طريق البلع أم بالتنفس أم باللمس ؟ مما يمكن معه حساب درجة السمية وسرعتها .

٣ ـ **طبيعة تجهيز المبيد** ، حيث تتنوع صور المبيدات المحضرة ، فمنها

الحبيبات أو المسحوق ، أو الأيروسول أو المحلول ، أو المستحلب ، أو الطعم الصلب أو السائل . وتباع المبيدات على صورة أو أكثر من التحضيرات المذكورة ، والتى ينفرد كل منها بميزة معينة عند التطبيق . كما تؤثر صورة المبيد فى درجة تراكمه فى التربة أو النباتات ، وتنظم درجة امتصاصه ، أو حركته على سطح التربة أو انتقاله ، أو سرعة إزالته عن طريق مياه الرى أو الأمطار .

٤ ـ **فترة نصف العمر للمبيد** ، وهى تشير إلى درجة ثباته كيميائيا ، وتقدر بالزمن اللازم لتحلل نصف كمية المركب . فإذا كانت هذه الفترة تساوى عشرة أيام مثلا بالنسبة لأحد المبيدات ، فمعنى ذلك أن أى كمية مستخدمة منه سوف يتحلل نصفها بعد عشرة أيام من التطبيق ، ثم يتحلل نصف الجزء الباقى ، أى ربع الكمية كلها ، بعد عشرة أيام أخرى وهكذا . وكلما طالت فترة نصف العمر للمبيد ، بقى مدة أطول فى البيئة وزادت فرصة انتقاله وتلويثه لأماكن أخرى . وتتأثر هذه الفترة عموما بعدة عوامل ، منها درجة الحرارة ، ورطوبة التربة ، ووفرة الكائنات الدقيقة وكمية الأكسجين بها ، ودرجة الحموضة والقلوية وغيرها .

٥ ـ **الجرعة الفعالة من المبيد** ، وهى كمية المبيد التى تكفى لقتل الآفة المستهدفة فى ظل الظروف المحيطة بها . فإذا قلت الكمية عن حد معين فإنها تفقد فعاليتها ، بل تحفز الآفة لتكوين مقاومة أو مناعة ضدها ، بالإضافة إلى تلويث البيئة دون فائدة . ولو زادت الكمية على مستوى معين ، فسيتجاوز تأثيرها الآفة المستهدفة إلى غيرها من الأحياء فى البيئة ، وتسبب مضاعفات ضارة بها ، كما تزيد من تكاليف المكافحة بلا مبرر .

٦ ـ **متبقيات المبيد فى المنتجات الزراعية المستهلكة كغذاء يوميا** ، وهى تعطى مؤشرا عن درجة الأمان التى تتوافر للإنسان وغيره من الثدييات عند استهلاك هذه المنتجات . ولقياس ذلك تتم تغذية بعض حيوانات التجارب الثديية على هذه المنتجات ، وتتبع آثارها أو سميتها

على الدم والأنسجة والسلوك العام للحيوان ، وذلك لمدة لا تقل عن تسعين يوما . وتنتهي النتائج إلى تحديد الحد الأقصى من مخلفات أى مركب سام فى الغذاء أو مياه الشرب ، بحيث لا تتعداه أية كمية منه يستهلكها الإنسان أو الحيوان .

الفصل الثانى

العائد الاقتصادى والصحى للمبيدات

يرتبط المستوى الاقتصادى للإنسان بصحته ارتباطا وثيقا ، فكل منهما يؤدى إلى رفع شأن الآخر . ولما كانت الآفات الزراعية تقف عائقا ضد التنمية الزراعية والاقتصادية اللازمة للوفاء بحاجات الأعداد المتزايدة من البشر حاليا ، فقد كان لزاما على الإنسان أن يحمى مزروعاته بشتى الطرق والوسائل ، ومن بينها استخدام المبيدات الزراعية المختلفة . فارتفاع العائد الاقتصادى للمحاصيل يعود على المزارعين بالخير الذى ينعكس فى صورة مزيد من الإنفاق على تحسين الصحة ، ووقايتها من سوء التغذية ، وحمايتها من الأمراض . وبالمثل فإن استخدام المبيدات غير الزراعية لمكافحة حشرات البعوض والذباب وغيرهما من ناقلات الأمراض للإنسان ، يعود بالخير على الإنتاج الزراعى بصورة غير مباشرة ، حيث تنحسر بفضلها الأمراض الخطيرة كالملاريا والكوليرا ، وغيرهما من الحميات والأوبئة الخطيرة التى تفتك بصحة البشر ، وتشل قدرتهم على العمل فى الزراعة وغيرها . ولذا فإن حماية الإنسان من تلك الآفات الضارة بصحته تؤدى إلى رفع الإنتاج الزراعى والصناعى لما فيه خير البشرية .

ويعتقد كثير من الزراع أن ما ينفق على المبيدات يعود على الإنتاج الزراعى بالزيادة أضعافا مضاعفة ، بل قد يتعرض المحصول كله للهلاك بفعل الآفات الزراعية ، إذا لم تستخدم المبيدات المناسبة فى الوقت المناسب ، وبالكميات والطرق المناسبة . وأصبح المزارع فى الدول الغربية يعتبر الأموال التى ينفقها على المبيدات مثل تلك التى يخصصها للتأمين على ممتلكاته

من الضياع . بل إن كثيرا من الناس ظل ، حتى وقت قريب ، يعتقد أن إطلاق المزيد من المبيدات سيوفر الكثير من الخير للبشرية ، حيث إنه بواسطتها يمكن إزاحة الكثير من غوائل الفقر والمرض ، بالقضاء على العديد من الآفات الضارة بصحة الإنسان ، وبغذائه وممتلكاته . ولذلك فقد ارتفع إنتاج المبيدات المختلفة وزاد تنوعها منذ الخمسينيات وحتى الآن ، وتحولت تكنولوجيا صناعة المبيدات إلى سوق عالمية تتنافس فيها الشركات المنتجة على إدخال مركبات جديدة كل يوم ، تتميز بفعالية أكبر وتأثير أقل على الإنسان والبيئة . وقد بلغت جملة مبيعات هذه الشركات العالمية حاليا قرابة الثلاثين مليارا من الدولارات ، حسب تقدير بعض المنظمات العالمية المختصة .

النتائج الإيجابية لاستخدام المبيدات :

يمكن تلخيص الفوائد التى يمكن أن تنتج من استخدام المبيدات على الزراعة والصحة فيما يلى :

١ ـ تعمل المبيدات على إنقاذ المحاصيل الزراعية من غزو الآفات المختلفة التى تفتك بالمزروعات ، منذ بدء الإنبات وحتى جنى المحصول ونقله وتخزينه . ويقدر الخبراء أن ما يمكن أن تلتهمه الآفات يبلغ أكثر من نصف المحصول ، يضيع منه حوالى ٣٠٪ قبل الحصاد و٢٠٪ بعد الحصاد . ومن الطبيعى أنه إذا توافر الغذاء قل سعره وأصبح فى متناول الجميع . وفى هذا الصدد ، يقدر بعض الاقتصاديين الزراعيين بأن خسائر الزراعة عند عدم استخدام المبيدات يمكن أن تزيد من أسعار محاصيل الغذاء عامة بنسبة ٥٠ فى المائة .

٢ ـ تعود المبيدات على المزارعين بالربح الوفير ، حيث إن أى مبلغ ينفق على المبيدات يتم تعويضه بزيادة كمية المحاصيل بما يوازى ٣ ـ ٥ أمثاله .

٣ ـ تعمل المبيدات سريعا ضد الآفات حيث تتجه سميتها مباشرة نحو الآفات الضارة ، كما أن تكاليفها مناسبة ووسائل نقلها وتخزينها ميسرة ، ولو

طبقت بصورة سليمة تكون آمنة إلى حد كبير . ويمكن للمزارعين زيادة جرعة المبيد أو تغيير نوعه إذا أظهرت الحشرات أو الحشائش مقاومة وراثية ضده .

٤ ـ تواصل الشركات المنتجة للمبيدات تتبع نتائج تطبيقها ، وتطور من مكوناتها ، بغرض زيادة فعاليتها مع خفض التركيز بقدر الإمكان تحاشيا لاكتساب الآفات مقاومة وراثية ضدها . كما تتجه البحوث نحو مجال الهندسة الوراثية لزرع جينات فى الآفات ، تعمل على رفع درجة تأثرها بمبيدات معينة ، فتزيد فاعلية هذه المبيدات ضدها .

٥ ـ قدمت المبيدات الكيميائية إلى البشرية خدمة جليلة بإنقاذ أرواح الملايين من الناس منذ الحرب العالمية الثانية ، عندما استخدمت مبيدات الكلور العضوية ، ومبيدات الفوسفور العضوية للقضاء على الحشرات الناقلة لكل من الملاريا والطاعون ، والتيفوس ومرض النوم ، وغيرها من الأمراض الخطيرة .

وبالرغم من هذه الفوائد للمبيدات وما أسدته للبشرية من خدمات ، فإن استخدام الكثير منها ، وبخاصة مركبات الكلور العضوية ، أصبح محظورا حاليا فى معظم دول العالم ، بعد ما ظهر من آثارها الضارة على الإنسان والبيئة ـ إلى جانب اكتشاف مقاومة الآفات لها . وقد تسبب هذا الحظر ، الذى يتزامن مع ارتفاع تكاليف الوقاية الصحية وزيادة انتشار قنوات الرى التى تزيد من تكاثر البعوض ، فى زيادة حالات الإصابة بالملاريا فى بعض المناطق ـ حتى أن منظمة الصحة العالمية حذرت من زيادة متوقعة فى نسبة الأمراض التى تنقلها الحشرات بسبب الحد من استخدام المبيدات الفعالة ضدها ، إلى جانب ارتفاع أثمان المبيدات الجديدة والأدوية المضادة لتلك الأمراض .

المبيدات والثورة الخضراء :

عندما توصلت البحوث العلمية إلى سبل لزيادة إنتاج بعض محاصيل الحبوب فى العالم خلال السبعينيات ، سميت هذه الزيادة بالثورة الخضراء ،

نظرا لما أحدثته من توفير للمحاصيل الغذائية ، وبخاصة الأرز والقمح والذرة ، بأسعار مناسبة بفضل استخدام كميات كبيرة من المبيدات والأسمدة ، مع زراعة بذور مهجنة تعطى محصولا أوفر . لكن هذه النباتات المهجنة كانت أكثر عرضة للآفات الزراعية نظرا لتربيتها فى بيئات جديدة عليها ، خالية من الأعداء الطبيعية(*) لتلك الآفات ، بعكس البذور التقليدية (قليلة الإنتاج) التى عاشت فى تلك البيئات منذ آلاف السنين ، فاكتسبت بعض المقاومة ضد تلك الآفات ، علاوة على توافر الأعداء الطبيعية للآفات فى هذه البيئات القديمة . وهكذا كان لابد للبذور الجديدة الحساسة حتى تتمكن من الإنتاج الوفير ، أن تتم حمايتها من هجوم الآفات المتعددة باستخدام المبيدات المكثفة .

وفى نفس الوقت كانت الدول النامية التى جنت مزايا هذه الثورة الخضراء فى أراضيها ، تقترض من الهيئات الدولية المانحة للقروض ، وتشترط على المزارعين استخدام تلك البذور المهجنة عالية الإنتاج ، مع تلبية حاجتهم إلى كميات متزايدة من المبيدات والأسمدة ، مما زاد من استخدام تلك الكيماويات خلال تلك الثورة الخضراء المزعومة .

وحسبما يقول الخبراء فإن هذه الزيادة الظاهرية فى محاصيل الحبوب فى عدد من الدول الآسيوية مثل الفلبين وماليزيا ، زادت من أعداد الفقراء والجوعى ، فكيف حدث هذا ؟!.

لقد قفز استيراد المبيدات فى تلك الدول بمعدلات بلغت أربعة أضعاف المعدلات المعتادة خلال عشر سنوات (منذ أواخر السبعينيات) ، حتى أمكن زيادة إنتاج الأرز وبدء تصديره للخارج بالرغم من حاجة السوق المحلية إليه ، وذلك بحثا عن العائد الاقتصادى الأعلى فى السوق الخارجية ، مما قد يعوض تكاليف إنتاج المحصول من المبيدات ، واستخدام وسائل الزراعة والرى الحديثة التى أدت إلى الاستغناء عن الكثير من الأيدى العاملة - مما زاد بدوره

(*) الأعداء الطبيعية : كائنات مفترسة أو طفيلية أو مرضية أو منافسة للآفات فى البيئة.

من بطالة الفقراء . وفى نفس الوقت ازداد الأغنياء ثراء ، نظرا لقدرتهم على الاقتراض والإنفاق فى أراضيهم الواسعة ، وبالتالى لم يشعر بمزايا تلك الثورة الزراعية غير الأثرياء ، بينما ازداد الفقراء عوزا وجوعا ، إذ ليس لديهم أراض لزراعة تلك المحاصيل ولا أموال لشرائها .

تزايد الحاجة للمبيدات :

كان أجدادنا وآباؤنا يزرعون ويحصدون بلا مبيدات ، لكن الآفات لم تكن بهذه الضراوة والكثافة التى نشهدها الآن ، لماذا ؟.

إن الزراعة الحديثة وما يسمى بالمحاصيل المجمعة ، مثال واضح للنظام البيئى المبسط بل والمختزل جدا ، حيث تتم زراعة نوع واحد من النباتات فى مساحات شاسعة ، ولسنوات متتالية دون تنويع أو تغيير ، فيما يعرف « بدورة المحاصيل » . وبذلك تتحول النظم البيئية الطبيعية التى كانت تضم مجموعات صغيرة من أنواع متعددة من الأحياء النباتية ، كل منها بأعداد متوازية ومنضبطة مع أعداد الأنواع الأخرى ، إلى نظام بيئى مبسط يضم محصولا واحدا أو اثنين . وهذا النظام البيئى المبسط يكون أكثر عرضة للإصابة بأعداد هائلة من الآفات ، التى تجد غذاءها سهلا ميسورا فى ذلك المحصول الوفير ، فتقفز أعدادها بصورة كبيرة تخل بالتوازن بينها وبين الأحياء الأخرى ، وتتفوق على أعدائها الطبيعية ، مما يستلزم مكافحتها بإنفاق المزيد من الجهد والمال لتوفير المبيدات المختلفة . بل إن محاصيلنا الحالية أصبحت أكثر عرضة لغزو المفترسات والطفيليات ، نظرا لما يعرف بالتماثل الجينى(*) فى الزراعة المكثفة . كما نقصت قدرة النباتات على مجابهة التقلبات البيئية المحتملة ، بسبب غياب التنوع الوراثى ، الذى يسمح بتحمل نسبة من النباتات لأى ظروف قاسية ، بفضل تمتعها بمقاومة وراثية أعلى من

(*) أى تشابه جميع أفراد المحصول الواحد فى تركيبها الوراثى ، فتقل الفروق الفردية بينها وتصبح أكثر عرضة للتأثر بالآفات والأمراض .

غيرها ـ حيث يحدث نوع من الانتخاب الطبيعى ، لتبقى النباتات الأُكثر مناعة وتكيفا ، ثم تورِّث هذه المناعة لأجيالها اللاحقة .

الأراضى وإدمان الكيماويات !! :

أصبحت المبيدات جزءا مكملا للإنتاج الزراعى ، لما توفره من حماية للمحاصيل ضد مختلف الآفات . لكن الإسراف فى استخدامها فى بعض الأراضى ـ بسبب ضراوة الآفات على محاصيل معينة ـ يسبب تدمير الكائنات الحية الدقيقة التى توفر للتربة خصوبتها الطبيعية ، وعلى رأسها البكتريا المثبتة للنيتروجين ، وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة المسئولة عن تحليل البقايا العضوية ، وتدوير عناصرها لكى يستفيد بها النبات النامى فيما بعد . ويموت هذه الكائنات الدقيقة المفيدة وهلاكها فى التربة ، تصبح الأرض الزراعية فى حاجة ماسة إلى الأسمدة وعلى رأسها اليوريا ، مما يساعد على تحلل التربة وجذب المزيد من الآفات الضارة إليها ، والتى توجه سهامها نحو أى نبات نامٍ ، مما يستلزم استخدام مبيدات أوفر وأشد فعالية . وهكذا يدور المزارعون فى حلقة مفرغة من الكيماويات التى لا تتمكن التربة من الإنتاج بدونها ، وتصبح التربة الزراعية فى حالة إدمان لكل من الأسمدة والمبيدات !! .

المبيدات وجودة المحصول :

لاشك أن المبيدات تعود بالفائدة على الإنتاج الزراعى من ناحية الكم ، الذى يتزايد بما قد يصل إلى الضعف . لكن جودة المحصول ، التى تعنى عدة معايير ـ منها درجة الأمان والمظهر ، وطول فترة التخزين ، والقدرة على تحمل عمليات الشحن والنقل ـ يجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند استخدام المبيدات بما يضمن اختيار أفضلها الذى يراعى تلك المعايير . وفى دراسة أجريت على محصول التفاح فى ألمانيا ، خلال السبعينيات ، وجد أنه بدون استخدام المبيدات الفطرية نقص الإنتاج بمعدل ٤٠٪ وانخفضت نسبة التسويق بحوالى ٣٥٪ ، لأن مظهر الثمار يصبح أفضل بعد القضاء على العدوى

الفطرية باستخدام المبيدات . كما يزيد زمن بقاء ثمار التفاح صالحة للاستهلاك بفضل المبيدات ، مما يعود على المزارعين بالفائدة . لكن المستهلك ، من ناحية أخرى ، قد يدفع الثمن بعد ذلك من صحته . إذن أين هو المبيد المثالى ؟!.

المبيد المثالى :

إن أى مبيد مثالى من المنظور الاقتصادى والصحى ، لابد أن تتوافر فيه الشروط الآتية :

١ ـ يقتل الآفة المستهدفة دون الإضرار بغيرها من الأحياء ، وبأقل تركيز ممكن .
٢ ـ ليست له آثار صحية قصيرة المدى (حادة) أو طويلة المدى (مزمنة) على الأنواع الحية غير المستهدفة وعلى رأسها الإنسان .
٣ ـ يتحلل فى جسم الآفة أو فى البيئة بعد وقت قصير من الاستخدام .
٤ ـ لا يتراكم فى جسم الآفة أو فى سلاسل الغذاء .
٥ ـ لا يدفع الآفات المستهدفة إلى تكوين مقاومة وراثية ضده .
٦ ـ لا يكلف كثيرا من الجهد أو النفقات .
٧ ـ يسهل استخدامه بأمان تحت أى ظروف بيئية .

وبكل أسف فإن هذه الشروط لا تجتمع كلها فى أى مبيد كيميائى ظهر حتى الآن .

الاستثمار فى مجال المبيدات :

كان العائد الاقتصادى لصناعة المبيدات مجزيا وواعدا منذ بداية استخدامها بشكل واسع بعد الحرب العالمية الثانية . وبالرغم من تحذيرات المنظمات والهيئات الدولية بالحد من استخدامها ، فلا تزال الحاجة ماسة إليها لحماية الأمن الغذائى ، وصحة البشر من ناقلات الأمراض الفتاكة . بل إن بعض المبيدات الفعالة التى تحتكر إنتاجها بعض الدول ، كانت تستخدم كسلعة استراتيجية للضغط على حكومات الدول المحتاجة إليها ، تماما مثل الضغط

باستخدام القروض أو التسليح ، كما كانت بعض هذه الشركات المنتجة تلجأ إلى خداع المزارعين بشأن سلامة منتجاتها السامة ، لكى تزيد أرباحها عاما بعد عام .

وبالرغم من ذلك ، فإن الاستثمار فى مجال المبيدات ليس سهلا - نظرا لارتفاع تكلفة إنتاج أى مبيد لأول مرة ، حيث يستلزم ذلك إجراء دراسات متأنية ، لاختبار آثاره السمية على الآفة المستهدفة فى المدى القريب والبعيد ، وتأثيره على الأحياء الأخرى ومنها الثدييات والإنسان ، تحت الظروف المختلفة . وقد تستغرق هذه الدراسات عدة سنوات حتى يتم التصريح بإنتاج ذلك المركب الكيميائى على نطاق تجارى ، فينشأ له خط إنتاج جديد بتكلفة عالية . ولكن ، وبعد مرور عدة سنوات ، قد يتبين ضرر هذا المبيد على البيئة ، فيوقف إنتاجه ويحظر استخدامه ، مثلما حدث لكثير من مركبات الكلور العضوية ، وبذلك تخسر الشركات المنتجة كثيرا . ولذلك فالاستثمار فى مجال المبيدات أمر محفوف بالمخاطر ، برغم السوق المتنامية لتلك السموم .

الفصل الثالث

الفاقد البيئى وتدمير التوازن الطبيعى

من الأقوال المأثورة للسير « ونستون تشرشل » رئيس الوزراء البريطانى الشهير خلال الحرب العالمية الثانية : إن مسحوق الـ « د د ت » هو مركب سحرى كان له الفضل فى الحد من وباء التيفود ـ الذى انتشر آنذاك (عام ١٩٤٤) وكاد يفتك بالكثير من جنوده . وبعد ذلك بسنوات (عام ١٩٦٢) وصفته العالمة البريطانية البارزة « راشيل كارسون » ، فى كتابها الشهير « *الربيع الصامت* » ، بأنه « إكسير الموت » ، بعد أن رصدت آلاف الضحايا من الطيور والثدييات النافقة بسبب التهامها لنباتات أو حشرات أو قوارض مسممة بتلك المبيدات ، التى كانت تستخدم هناك بلا حساب ضد مختلف الآفات . وأطلقت « كارسون » أول تحذير إلى العالم من سموم هذه المبيدات وخطرها على التوازن البيئى عامة ، وعلى صحة الإنسان والحياة البرية بشكل خاص .

ومعظم المبيدات هى سموم واسعة المدى لا تميز بين النافع والضار من الأحياء فى البيئة التى تطلق فيها . ولذلك لا يقتصر مفعولها السام على الآفة المستهدفة ، بل يتعداها إلى أعدائها الطبيعية من الأنواع الحية المفترسة والطفيلية ، التى تُبقى أعداد الآفة عند حد معين . ومع وفرة الغذاء وغياب الأعداء الطبيعية ، تستعيد الآفة كثافتها العددية بعد تطبيق المبيد بفترة وجيزة ، وتهاجم المحصول بشراسة أكبر ، مما يتطلب استخدام مبيدات أكثر .

بل إن تكرار استخدام المبيدات قد يؤدى إلى ظهور آفات جديدة ،

كما يحول الآفات المحدودة وغير الملموسة إلى آفات خطيرة واسعة الانتشار . وبالطبع فإن هذا عكس ما يهدف إليه استخدام تلك المبيدات ، إذ إنه عندما تُهلك المبيدات جميع الأعداء الطبيعية ، ليس فقط للآفة المستهدفة بل لآفات أخرى محدودة الأثر ، فإنها تحول الأخيرة إلى آفات واسعة الانتشار ، وبذلك نعود إلى الحلقة المفرغة من جديد .

كذلك فإن إطلاق مبيد معين ضد حشرة ما قد يؤدى إلى تزايد أعداد حشرة أخرى لا تتأثر بنفس المبيد ، مما يخلق مشكلة جديدة ـ مثلما حدث فى كينيا ، عندما أطلق مبيد « باراثيون » لمكافحة الحشرات التى تتلف محصول البن هناك ، فزادت أعداد حشرات « النطاط الكبير » التى لم يكن لها أثر يذكر قبل إطلاق المبيد . وكان ذلك بسبب هلاك أحد الطفيليات (بفعل المبيد) الذى كان يتكاثر على حشرة النطاط الكبير ويحد من انتشارها طبيعيا ، مما أخل بالتوازن الطبيعى فانفجرت أعداد النطاط وأتت على المحصول .

وفى مصر تحولت بعض الآفات الثانوية إلى آفات خطيرة ، بعد تزايد الاعتماد على المبيدات ، كما حدث للعنكبوت الأحمر ودودة اللوز والبقة الخضراء وحشرات المن وغيرها ـ فقد ظهرت بصورة وبائية بسبب الإفراط فى المبيدات .

انتقال المبيدات فى سلاسل الغذاء :

تجدر الإشارة إلى أن المبيدات لا تبقى فى مكانها حيث أطلقت ـ بل قد لا يصل إلى الآفات المستهدفة منها أحيانا أكثر من ١٠٪ مما تطلقه الطائرات على المحاصيل أو حتى ما يرش منها على الأرض ، بينما تنتهى النسبة الكبيرة منها (٩٠٪) فى التربة أو الهواء أو المياه السطحية أو الجوفية أو الرسوبيات القاعية أو الغذاء ، أو إلى كثير من الكائنات غير المستهدفة ومنها الإنسان ، وقد تصل حتى إلى طائر البطريق فى القطب الجنوبى !.

وبعض المبيدات تبقى آثارها السامة فى البيئة لمدة طويلة ، وتنتقل بين الأحياء المختلفة فى سلاسل الغذاء . فأوراق النباتات التى ترش بمبيد مثل

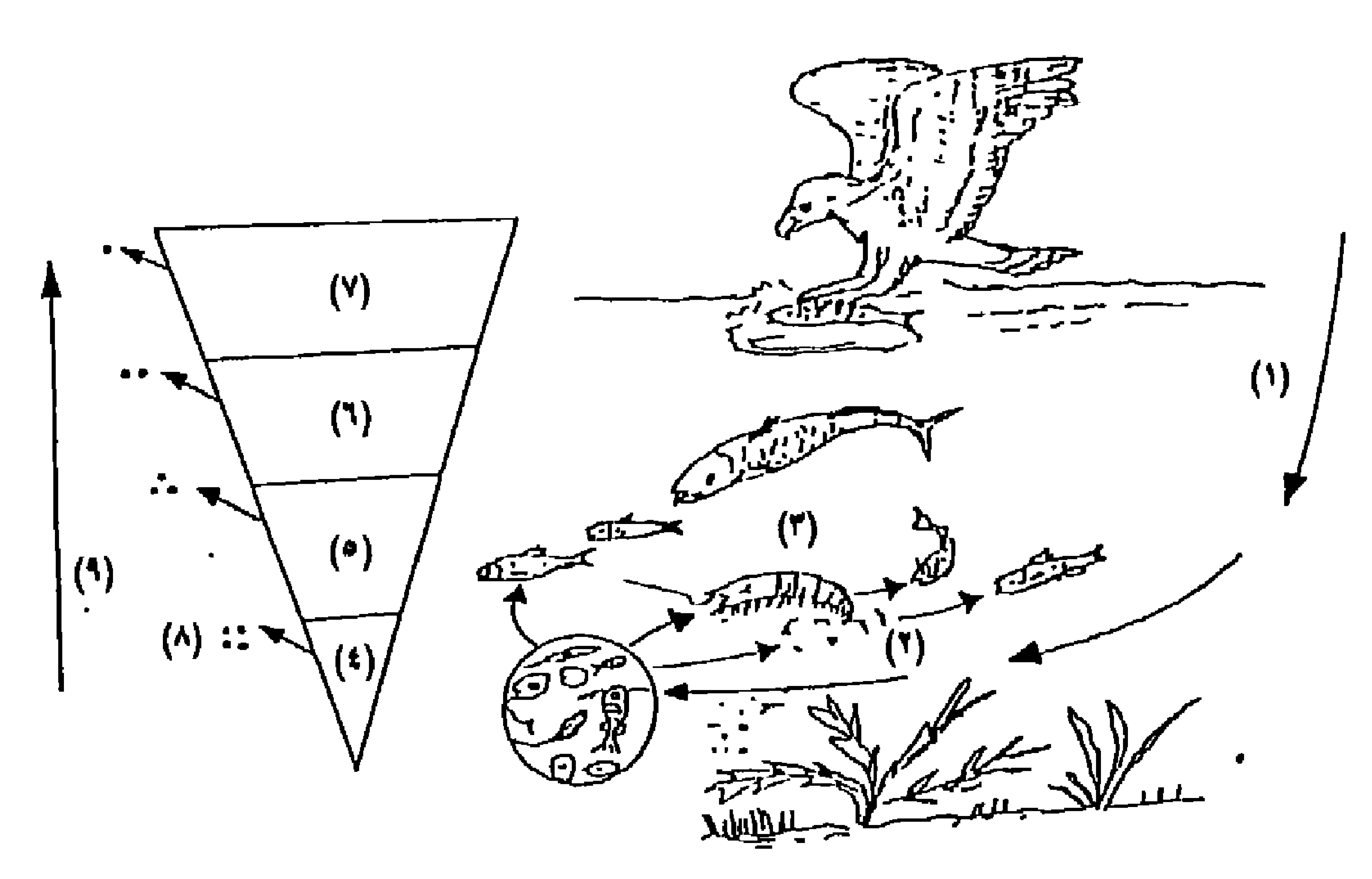
« الألدرين » أو « اللندان » وغيرهما ، عندما تسقط على التربة وتتحلل فإنها تصير غذاء لديدان الأرض التى تأخذ نسبة من المبيد وتنقلها بدورها إلى الحيوانات أو الطيور التى تتغذى عليها . فإذا ما وصل المبيد إلى مجرى مائى فإنه ينتقل إلى الأسماك ، ومنها إلى الإنسان ليستقر فى كبده وكليتيه ، مسببا له أمراضا خطيرة .

وفى البحار تُمتص المبيدات التى تذوب فى الدهون (مثل مركبات الكلور العضوية) فى خلايا الدياتومات(*) ، وتبقى فى قطرة الزيت فى جسم الدياتوم بتركيز حوالى ٠,٠١ جزء فى المليون . ثم تنتقل هذه المبيدات إلى كل ما يأكل هذه الدياتومات من القشريات الصغيرة وغيرها من الهائمات الحيوانية البحرية ، لتستقر فى مخزون الدهون بها دون تحلل أو إخراج بتركيز يصل ٠,٢ جزء فى المليون . ثم تصل إلى الأسماك الصغيرة ليبلغ تركيزها ٢ جزء فى المليون ، ثم إلى الأسماك الكبيرة ليصل التركيز إلى ٢٠ جزءا فى المليون . فإذا وصلت المبيدات إلى الطيور الجارحة ، تركزت حتى ٤٠٠ جزء فى المليون . ويرجع ذلك إلى تراكم المبيد فى نهاية السلسلة الغذائية نتيجة صيد عدد كبير من الأسماك المريضة أو المصابة بالمبيد ، والتى تكون سهلة المنال ، على عكس الأسماك غير المسممة التى تسرع بالهرب ، ولا تقع فريسة إلا نادرا . وتعرف ظاهرة تزايد تركيز السموم فى نهاية السلسلة الغذائية أو نحو قمة الهرم الغذائى « بالتعظيم أو التكبير البيولوجى » (انظر شكل ٣) ، حيث يتعاظم تراكم المبيد فى أجسام الحيوانات التى تحتل قمة ذلك الهرم ، ويتزامن هذا التعاظم مع تناقص كتلة وعدد تلك الحيوانات .

(*) الدياتومات : كائنات نباتية مجهرية تعيش فى المياه السطحية للبحار والمحيطات وتعرف باسم « الهائمات البحرية » . وهى تعتبر ضمن الحلقة الأولى من سلسلة الغذاء البحرية .

المبيدات والتنوع البيولوجى :

يهدد إطلاق المبيدات الأنواع المختلفة من الكائنات الحية بالفناء بدرجات متفاوتة ، فمنها أنواع أكثر تحملا من غيرها لسموم تلك المبيدات . ومع اختلال التوازن فى النظام البيئى ، يبدأ اختفاء الأنواع الحساسة تدريجيا ، كما تهلك الأنواع الحية المفترسة التى تعتمد فى غذائها على فرائس أصابها المبيد ، ذلك أن الأنواع المفترسة تكون عادة أقل عددا وأبطأ تكاثرا من الفرائس التى تتغذى عليها . فالبذور التى تعالج بمركبات الزئبق السامة لحمايتها من الفطريات المحللة ، عندما يأكلها طائر صغير أو فأر ، فإنها تتراكم فى جسمه ولا تتحلل ، إلا أنها لا تمثل مشكلة لقصر عمر هذه الحيوانات إلى جانب



شكل (٣) : انتقال المبيدات فى السلسلة الغذائية وظاهرة التعظيم البيولوجى

(١) وصول المبيد للمياه ، (٢) انتقال المبيد للهوائم النباتية ، (٣) حيوانات وقشريات صغيرة ، (٤) تراكم المبيد فى الهوائم المائية ، (٥) التراكم فى الأسماك الصغيرة ، (٦) التراكم فى الأسماك الكبيرة ، (٧) التراكم فى الطيور آكلة الأسماك ، (٨) جزيئات المبيد القابلة للإخراج من أجسام الأحياء ، (٩) تزايد تراكم المبيد نحو نهاية السلسلة الغذائية .

قدرتها العالية على التكاثر ، وبالتالى تزداد فرصتها فى حدوث طفرات وراثية تمكنها من مقاومة المبيد . أما الطيور الجارحة فهى تعيش لسنوات ، وتستهلك من تلك الفرائس أعدادا كبيرة ، مما يؤدى إلى تراكم السموم فى أجسامها بتركيزات تصل إلى حد مميت ، هذا بالإضافة إلى قلة قدرتها على التكاثر والاستعاضة ، مما يقلل من حدوث الطفرات الوراثية فيها . ولذلك تتناقص أنواع الطيور الجارحة ، والثدييات المفترسة أيضا ، منذ سنوات فى المناطق الزراعية ، مما يؤدى إلى انخفاض التنوع البيولوجي فى المستويات العليا من سلاسل الغذاء فى النظام البيئى بسبب المبيدات . لكن ذلك التنوع قد يزداد للأسف في المستويات الدنيا ، أى فى عدد الآفات أو الفرائس عامة ، بسبب تناقص الأنواع الحية المفترسة .

المبيدات وتدمير التوازن الطبيعى :

تلعب المبيدات دورا هاما فى الإخلال بالتوازن الطبيعي للأحياء فى البيئة . وخير مثال على ذلك ما حدث فى السبيعينات فى شرق جزيرة بورنيو بأندونيسيا ، عندما انتشر مرض الملاريا هناك بشكل وبائى خطير ، بسبب تزايد أعداد البعوض الناقل للمرض . وبعد استخدام آلاف الأطنان من مبيد الـ « د د ت » على مسطحات المياه وفى المنازل ، تم القضاء على حشرات البعوض ، وانتهت مشكلة الملاريا ، غير أنه ظهرت مشكلة أكثر خطورة وهى مَرض الطاعون الذى انتشر كوباء أصاب الكثيرين . ثم حدث بعد ذلك أن أنهارت أسقف المنازل الريفية المكونة من جذوع الأشجار ، وكان الموقف محيرا للغاية ، لكن العلماء أمكنهم تفسير هذه الظاهرة .

فقد نجح مبيد الـ « د د ت » فى قتل البعوض الناقل لمرض الملاريا ، فاختفت الملاريا بعد علاج المصابين ، لكن المبيد كان قد أصاب أيضا صراصير المنازل . ولم تمت الصراصير بفعل المبيد لأنها أكثر تحملا من البعوض ، وإنما قلت سرعتها نتيجة السم ، فتمكنت منها الأبراص التى كانت تعيش بقرب الأسقف الخشبية للمنازل والتهمت أعدادا منها . وبالتالى تعرضت الأبراص للإصابة بكمية أكبر من المبيد ، فهبطت حركتها وتمكنت منها القطط

هناك ، والتهمتها بدلا من الفئران . وتركز المبيد فى القطط بصورة أكبر بتأثير « ظاهرة التعظيم البيولوجى » سالفة الذكر ، مما أدى إلى هلاكها بأعداد كبيرة ، وبالتالى أخل بتوازنها مع الفئران التى انطلقت أعدادها بلا حدود . وتكاثرت البراغيث الناقلة لميكروب الطاعون على الفئران ، لتنقل العدوى بعد ذلك إلى الإنسان .

أما انهيار الأسقف فوق رؤوس أصحابها هناك ، فكان نتيجة لوجود يرقات إحدى الخنافس التى تنخر فى كتل الأخشاب الحاملة للأسقف . وكانت الأبراص تلتهم تلك اليرقات ، قبل أن تتحول عنها إلى الصراصير ، مما زاد من أعداد تلك اليرقات ، فتضاعفت آثارها المدمرة على الأسقف التى تهاوت بعد ذلك . وكان ذلك درسا عمليا حول أثر المبيدات فى تدمير التوازن الطبيعى للأحياء فى البيئة .

المبيدات والنحل والملقحات النباتية الأخرى :

من المشكلات التى ظهرت مؤخرا بسبب إطلاق كميات كبيرة من المبيدات على المزروعات المصابة بالآفات ، موت أعداد كبيرة من الحشرات النافعة كطوائف النحل البلدى وخلايا النحل الحديثة ، وغيرها من الملقحات النباتية كالنمل وبعض الخنافس والفراشات ، خلال سعيها الدءوب لجمع الرحيق وحبوب اللقاح بين أزهار النباتات المختلفة . ويتعرض النحل للتسمم من المبيدات الزراعية ، وقد يهلك فى طريق عودته إلى خلاياه ، وإذا نجح فى العودة فإنه ينقل السم الذى يحمله إلى الخلايا ، فيقضى بذلك على أفراد الطائفة جميعا ، وبخاصة الأطوار الصغيرة واليرقات النامية ، التى تكون عادة أكثر حساسية لتلك السموم من النحل البالغ . ومع هبوط أعداد هذه الملقحات النباتية ، ينخفض معدل التلقيح الخلطى بين أفراد المحصول ، كما فى البرسيم والقطن والموالح وغيرها ، مما يؤدى إلى نقص الإنتاج الزراعى ، بالإضافة إلى الخسائر الناجمة عن هبوط محصول العسل والشمع وغيرهما من خيرات نحل العسل .

المبيدات والحياة البرية :

أصبحت الأحياء البرية مهددة فى الوقت الحاضر بسبب زيادة تدخل الإنسان فى البيئة ، وتعاظم أنشطته المدمرة لها ، وعلى رأسها استخدام المبيدات ، حتى على أشجار الغابات لحماية أخشابها من مختلف الآفات . ومع زيادة استخدام المبيدات فى الأراضى الزراعية ، هلك الكثير من الأنواع الحية البرية ، ومنها الحشرات النافعة التى تعمل على تلقيح النباتات فتزيد من إنتاج المحاصيل . كما هلكت أعداد كبيرة من الطيور مثل أبو قردان (صديق الفلاح) والهدهد والحدأة ، والبومة والصقر والعقبان ، والتى كانت تحد من زيادة أعداد الآفات الحشرية فى التربة ، وتقلل من جماعات القوارض المختلفة التى تفتك بالمحاصيل.

وقد كان لمركبات الكلور العضوية أثرها الخطير فى إبادة الكثير من الطيور، حيث تتركز فى أنسجتها الدهنية ، ثم تنتقل عن طريق البيض إلى الأجنة ، فتقتلها أثناء تكوينها الجنينى بداخل البيضة . كما تعمل هذه المركبات على تعطيل بناء قشرة البيضة أثناء تكوّنها بجسم الأنثى ، فتصبح بعد خروجها منها هشة لا تتحمل رقادها عليها ، وبالتالى تتحطم بمجرد تقليب الأنثى للبيض تحتها ، ثم تفسد بدخول الهواء إليها ، مما يؤدى الى موت الجنين . وقد سُجلت فى أماكن كثيرة من العالم ظواهر انقراض واسعة النطاق لكثير من الطيور الجارحة ، وأصبح كثير منها حاليا على حافة الاندثار بسبب تلك المبيدات الخطيرة .

الفصل الرابع

التركيب الكيميائى وفعالية المبيدات

لكل مبيد من المبيدات المرخص باستعمالها عدة اختبارات وبيانات تركيبية وسمية وبيئية وصحية ، تشمل مايلى :

١ ـ التركيب الكيميائى وطرق الاستخدام والآفات المستهدفة .

٢ ـ الخواص الفيزيائية والكيميائية ، وتشمل اللون والرائحة ، وحالة المادة ودرجة الذوبان فى الماء ، ودرجة الغليان ودرجة الانصهار ، والكثافة ، والوزن النوعى والوزن الجزيئى .

٣ ـ المصدر ومستوى الوجود فى البيئة ، ودرجة التحلل ، ومصير المكونات أو المشتقات .

٤ ـ الاختبارات البيولوجية من حيث التحول الغذائى والإخراج ودرجة التراكم والتوزيع فى أنسجة الجسم ، بالنسبة للإنسان والحيوان ـ بعد مستويات التعرض التى تتفاوت من المدى الزمنى القصير أو لجرعات مركزة ، إلى المدى الزمنى الطويل أو لجرعات مخففة متكررة .

٥ ـ الآثار الجلدية أو البصرية الناتجة عن ملامسة المبيد أو وصول رذاذه إلى العين .

٦ ـ التأثير الفسيولوجى على عملية التكاثر واحتمالات التشوه الجنينى ، ثم التأثير الطفرى والتأثير المسرطن .

٧ ـ طرق وأساليب التحليل لاختبار متبقيات المبيد فى الأغذية وفى عناصر البيئة المختلفة .

أولا : المبيدات الحشرية

١ ـ مركبات الكلور العضوية :

وتضم مجموعة كبيرة من المبيدات التى تم اكتشافها قبل غيرها لمكافحة الآفات ، وسجلت نجاحا قياسيا فى إبادة أعداد كبيرة من الحشرات الزراعية والصحية التى لم يسبق لها التعرض لهذه المركبات أو تكوين مقاومة ضدها . وتتميز هذه المجموعة بثبات مركباتها فى البيئة ، وصعوبة تحللها أو ذوبانها فى الماء ، مع سرعة ذوبانها فى الدهون ، ولذا فإنها تتراكم فى أى نسيج دهنى داخل أجسام الحيوانات والحشرات ، وتحدث تأثيرها السام على الجهاز العصبى الذى يضم أغشية دهنية .

ومن أشهر المبيدات الحشرية الكيميائية التابعة لهذه المجموعة ، وأكثرها استعمالا وأقدمها اكتشافا ، مركب الـ « د د ت » (D.D.T.) الذى يرمز اسمه المختصر إلى تركيبه المعقد وهو (Dichloro Diphenyl Trichloroethane) حيث يتكون من حلقتى بنزين ، إضافة إلى ذرتين من الكربون ، وواحدة من الهيدروجين ، وخمس من الكلور ـ وهذه الذرات ترتبط معا بروابط قوية فى شكل معين .

وتضم المجموعة مبيدات حشرية مشهورة أخرى مثل « لندان » ، و « ألدريـن » ، و « ديالدريـن » و « كلـوردان » ، و « توكسافيـن » ، وغيرها .. وهذه المركبات العضوية المكلورة تؤثر فى الآفات الحشرية كسموم معوية وأيضا عن طريق الملامسة . ويعتبر رسغ القدم فى الحشرة والملامس للمبيد بما يحمله من مستقبلات حسية ـ الأكثر تأثرا بسمية المبيد ، حيث يصيبه بالشلل ، ومن ثم تتعطل حركة الأرجل ، ثم ينتقل تأثير المبيد إلى الجهاز العصبى المركزى للحشرة فيقضى عليها .

مركب ددت (DDT)

مركب لندان (Lindane)

وتدير سم هكذا

مركب ألدرين (Aldrin)

وترسم هكذا أيضا

مركب ديالدرين (Dialdrin)

مركبات الكلور العضوية
(Organochlorines)

وبرغم سميته للحشرات ، فإن الـ « د د ت » متوسط السمية للإنسان والثدييات الأخرى ، حيث تبلغ الجرعة نصف القاتلة (انظر صفحة ٢١) بطريق الفم حوالى ٢٥٠ ملجم / كجم . ويؤثر هذا المبيد بصورة فعالة على يرقات البعوض فى البرك والمستنقعات . وهو يتراكم فى التربة نظرا لتحلله البطىء الذى يستغرق عشرات السنين ، ولذا فقد حظر إنتاجه واستخدامه عالميا .

أما مركب « اللندان » الذى اشتق اسمه من اسم مكتشفه الباحث الألمانى Van der Linden ، فهو يتكون من « جاما سادس كلوريد البنزين » ، لكن تركيبه الفراغى يقع فى مستويين مختلفين ، بكل منهما ثلاث ذرات من الكربون ، ترتبط كل منها بذرة هيدروجين وذرة كلور . و « اللندان » أقل ثباتا

من مركب الـ « د د ت » ويتطاير بالحرارة . وهو يمتص بالمعدة أو عن طريق الجلد ، ويؤدى إلى خلل فى التوصيل العصبى للحشرة ، ويصيب جهازها الحركى بالشلل فلا تلبث أن تموت . وهو أكثر سمية من الـ « د د ت » ، وكان يستخدم فى مكافحة الآفات المنزلية وفى مجال الصحة العامة ، غير أنه تم الحد من استعماله نظرا لضرره على البيئة .

أما المبيدان المعروفان باسم « ألدرين » و « ديالدرين » ، فهما من المركبات الحلقية الكلورينية أو المكلورة التى يتخذ تركيبها الفراغى ثلاثة أبعاد . وهما متشابهان فى التركيب عدا وجود ذرة أكسجين تميز مركب « ديالدرين » . ويمكن أن يتحول « الألدرين » إلى « الديالدرين » فى الجسم . وتجدر الإشارة إلى أنهما شديدا السمية ضد الحشرات ، وخطيران أيضا على الثدييات والإنسان ، حيث يعملان على تعطيل السيالات العصبية ، ولذا تم الحد من استعمالهما بدرجة كبيرة .

وتبقى المبيدات الكلورينية فى البيئة لعدة سنوات كما فى الجدول التالى :

المبيد	عدد السنوات المنقضية منذ استخدامه	النسبة المئوية للمتبقى منه
د د ت	١٧	٣٩٪
توكسافين	١٥	٤٥٪
ألدرين	١٤	٤٠٪
لندان	١٤	٣٥٪
ديالدرين	١٥	٣١٪

وقبل أن نتطرق إلى باقى المجموعات الكيميائية للمبيدات ، قد يكون من المفيد أن نقدم وصفا موجزا لتركيب ووظيفة الجهاز العصبى لأحد الحيوانات

الراقية أو البدائية على حد سواء . إذ يعتبر الجهاز العصبى للحشرات هدفا توجه إليه سموم كثير من المبيدات الحشرية ، وبالمثل يكون نفس الجهاز عرضة للإصابة فى الحيوانات العليا عند تعرضها لنفس المبيدات .

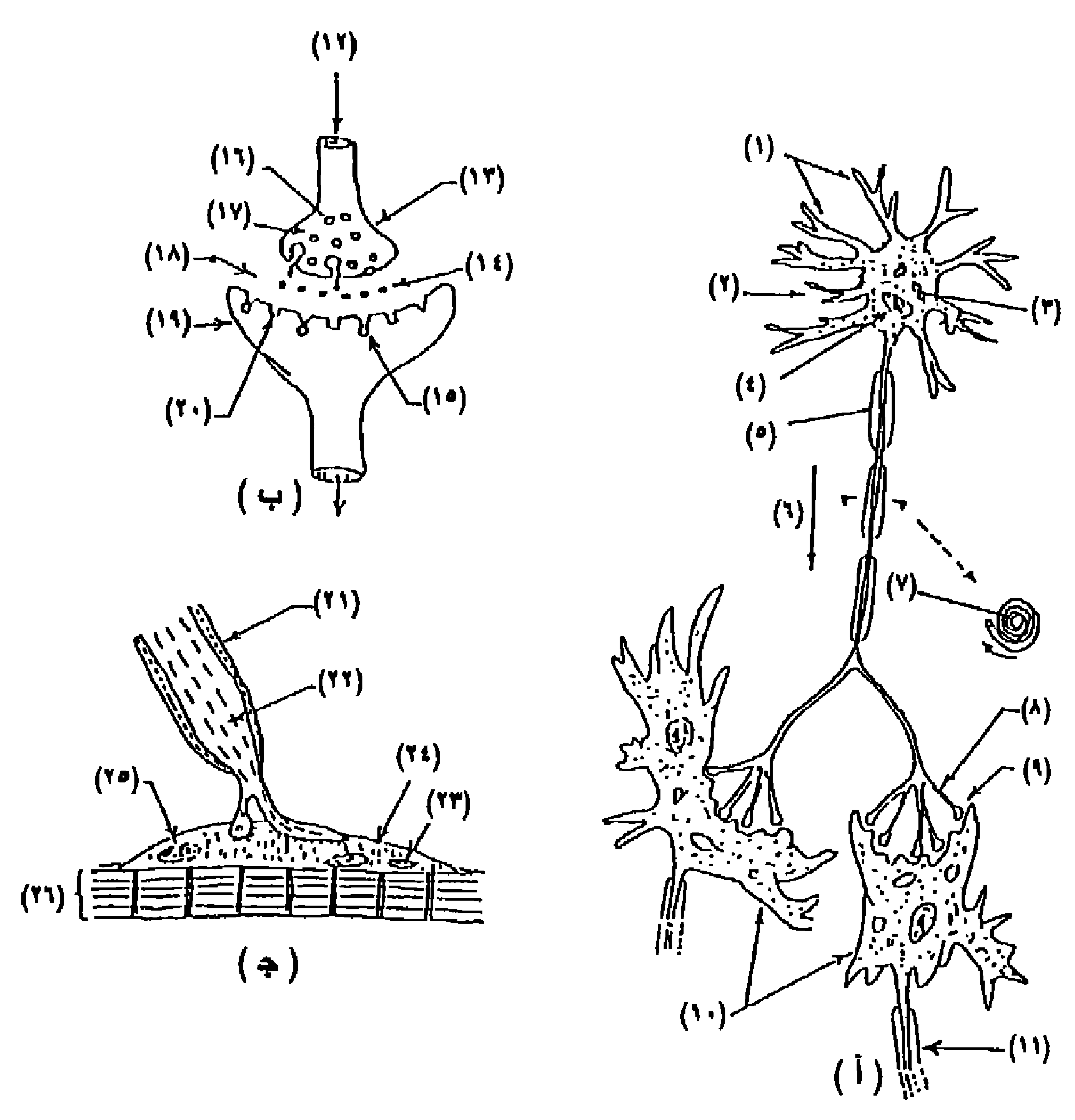
تركيب الجهاز العصبى :

يتركب أى جهاز عصبى (شكل ٤) من العديد من الوحدات البنائية المتكررة ، هى الخلايا العصبية ، التى تتجمع فى المخ أو فى العقد العصبية . وتخرج من الخلايا العصبية زوائد محورية تعرف بالألياف العصبية ، تصلها بخلايا عصبية أخرى أو بأعضاء الاستجابة بالجسم مثل الألياف العضلية أو الغدد المفرزة .

ويتكون جسم الخلية العصبية من كتلة غير منتظمة الشكل تحتوى النواة ، يخرج منها محور عصبى يوصل الرسائل للخلايا العصبية الأخرى . ويحمل جسم الخلية زوائد متفرعة أو شجيرية تزيد من سطح الاتصال بينها وبين الخلايا العصبية الأخرى .

أما المحور العصبى ، فغالبا ما يغلف بوحدات صغيرة تعرف « بخلايا شوان » ، تلتف حوله مكونة غلافا طوليا من مادة دهنية بروتينية تعرف « بغشاء ميلين » ، ويعمل الغلاف على عزل المحور كهربيا (عدا مناطق محدودة تعرف « بعقد رانفييه ») . وقد ينتهى المحور بنهاية طرفية تحمل انتفاخات دقيقة بقرب الزوائد الشجيرية للخلايا العصبية الأخرى ، ويفصل بينهما مساحة صغيرة تعرف « بالمشبك العصبى » ، أو ينتهى المحور على سطح ليفة عضلية بواسطة وصلة عصبية حركية .

وتحتوى نهايات المحور المنتفخة على حويصلات بها موصلات كيميائية ، أهمها مركب أسيتيل كولين . فإذا استثيرت الخلية العصبية فإن سيالا عصبيا يتجه سريعا نحو المحور ، ليصل إلى نهايته الطرفية ، فتدخل إليه أيونات الكالسيوم من الخارج لتدفع بتلك الحويصلات نحو المشبك العصبى ، لكى تفرغ محتواها من مادة أسيتيل كولين ، وهو ما يعد رسالة كيميائية تستقبلها



شكل (٤) : (أ) تركيب الخلية العصبية ، (ب) آلية نقل السيّالات العصبية فى المشبك العصبى ، (جـ) آلية نقل السيّالات العصبية فى النهايات الحركية (العضلات) .

(١) زوائد شجيرية ، (٢) جسم الخلية العصبية ، (٣) ميتوكندريون ، (٤) نواة ، (٥)المحور العصبى ، (٦) مسار السيّال العصبى ، (٧) قطاع فى المحور ، يظهر فيه محاطا بغلاف ميلينى ، (٨) نهايات المحور ، (٩) منطقة التشابك العصبى ، (١٠) خلايا عصبية أخرى ، (١١) المحور ، (١٢) اتجاه السيّال العصبى ، (١٣) إحدى نهايات المحور المنتفخة قبل التشابك العصبى ، (١٤) تحرر المادة الناقلة ، (١٥) إنزيم تحلل المادة الناقلة ، (١٦) حويصلات المادة الناقلة ، (١٧) أيونات كالسيوم ، (١٨) فجوة المشبك العصبى ، (١٩) طرف زائدة شجيرية لخلية عصبية ، (٢٠) سطح استقبال المادة الناقلة ، (٢١) غلاف ميلينى ، (٢٢) المحور ، (٢٣) غلاف لحمى للعضلة ، (٢٤) ميتوكندريون ، (٢٥) نواة ، (٢٦) ليفة عضلية .

الخلية العصبية الأخرى بغشائها الحساس ، الذى يوصل الرسالة كنبضة كهربية ، حيث تمر من الزوائد الشجيرية عبر جسم الخلية ومنها إلى محورها . وتصل الرسالة إما على سطح خلية عضلية أو غدية ، لتحدث الاستجابة المطلوبة . وبوصول الرسالة وحدوث الاستجابة ، يتوقف عمل السيّال العصبى بفضل إنزيم يعرف باسم « أسيتيل كولين استيراز » يوجد حول المشبك العصبى ، ويعمل على تحليل مركب أسيتيل كولين ، فتعود الخلية العصبية والمحور لحالتهما قبل الاستثارة ، فى انتظار رسالة جديدة .

وتعمل السموم العصبية ، ومنها بعض المبيدات الكيميائية ، على تعطيل عمل ذلك الإنزيم المحلّل لمركب التوصيل (إنزيم « أسيتيل كولين استيراز ») فتبقى الخلايا العصبية فى حالة استثارة مستمرة ، أى تتعطل وظيفتها فى استقبال رسائل عصبية جديدة ، فيحدث الشلل وتعجز أجهزة الجسم بالتالى عن أداء وظائفها الحيوية ويموت الحيوان .

ومن المبيدات ما يعطل عمل أيونات وإنزيمات خاصة بنفاذية أغشية الخلايا العصبية ومحاورها ، ويوقف استقطابها كهربيا ، فيختل مرور السيّال العصبى ، ولا يصل إلى الخلايا المختلفة . كما أن بعض المبيدات يعمل على إذابة الغلاف الدهنى للمحور العصبى ، فتتداخل السيّالات العصبية وتختل الاستجابة ، وينتهى الأمر بموت الحيوان .

٢ ـ مركبات الفوسفور (الفوسفات) العضوية :

تشتمل على مجموعة كبيرة من المركبات التى قفزت إلى الاستعمال ضد الآفات الحشرية خلال الحرب العالمية الثانية . وقد تفوقت هذه المجموعة على مركبات الكلور العضوية فى بعض الخصائص ، منها قابليتها للذوبان فى الماء ، وعدم ثباتها طويلا فى البيئة ، إلى جانب قدرتها العالية على النفاذ داخل جسم الآفة وغيرها من الأحياء عن طريق الجلد والفم والاستنشاق . وقد تصيب الضحية بما يعرف « بالتسمم العصبى اللاحق » . ونظرا لثبوت

ضررها على الثدييات والإنسان ، فقد تم الحد من استعمال الكثير منها حاليا . وهى تتفاوت فى درجة التحلل . فمنها ما يبقى أثره لعدة أسابيع ، مما يجعله مناسبا لحماية النباتات التى مازالت فى مرحلة النمو من الآفات ، أما المبيدات سريعة التحلل فهى تصلح للمحاصيل التى فى مرحلة النضج ، حتى يختفى أثرها قبل الاستهلاك ، فلا تضر من يأكلها من البشر أو الحيوانات . وتعتمد فعالية هذه المركبات ضد الآفات على تعطيل عمل إنزيم التوصيل العصبى بين المحاور والخلايا العصبية .

والمعادلة التركيبية الأساسية لمركبات الفوسفور العضوية هى :

RO O or S
P
RO X

وترمز « P » إلى ذرة الفوسفور ، و « O » إلى ذرة الأكسجين ، و « R » إلى مجموعة ألكيل أو أريل ، و « S » إلى ذرة الكبريت ، و « X » إلى مجموعة كبيرة من المركبات الأليفاتية أو الحلقية الفعالة ضد الآفة المستهدفة .

ومن مركبات الفوسفور العضوية الشائعة : « ملاثيون » و « باراثيون » و « دايمثويت » و « كلوربيريفوس » ، والتى تستخدم ضد مختلف الآفات الحشرية الزراعية والمنزلية .

C_2H_5O, C_2H_5O — P(=S) — O — C_6H_4 — NO_2 (Parathion) باراثيون	CH_3O, CH_3O — P(=S) — S — $CHCOOC_2H_5$ / $CH_2COOC_2H_5$ (Malathion) ملاسون
C_2H_5O, C_2H_5O — P(=S) — O — (trichloropyridyl: Cl, Cl, Cl) (Chlorpyriphos) كلوربيريفوس	CH_3O, CH_3O — P(=S) — S — SCH_2CNHCH_3 (C=O) (Dimethoate) دايمثويت

مركبات الفوسفور العضوية
(Organophosphates)

٣ ـ مركبات الكاربامات :

مجموعة من المبيدات المستخدمة ضد الحشرات والنيماتودا والقواقع وغيرها . ورغم استخدام أصولها النباتية منذ القدم ، فقد برزت كمركبات كيميائية نقية على نطاق تجارى فى الخمسينيات ، ومازال بعضها يستخدم حتى الآن .

ويعتمد تركيبها الأساسى على المعادلة :

$$X - C(=O) - N(CH_3)(H \text{ or } CH_3)$$

حيث ترمز « X » إلى مجموعة كبيرة من المركبات الأليفاتية أو الحلقية المتنوعة التى تنفصل عن الجزىء وتحدث مفعولها السام .

ومن أكثر مركبات هذه المجموعة شيوعا : مبيدات « كارباريل » (سيفين) و « كاربوفيوران » ، و « بروبكسر » (بايجون) و « ميثوميل » (لانيت) وغيرها .

مركبات الكاربامات (Carbamates)

كارباريل (Carbaryl)

كاربوفيوران (Carbofuran)

بروبكسر (Propoxur)

ميثوميل (Methomyl)

وتعتمد هذه المركبات فى فعاليتها السمية على تعطيل وظيفة الجهاز العصبى مثل مركبات الفوسفور العضوية ، فتوقف عمل إنزيم أسيتيل كولين استيراز ، فتتراكم مادة أسيتيل كولين عند نقط التشابك العصبية والعضلية ، وتصاب الضحية بالشلل وتموت .

وتمتص هذه المبيدات عن طريق الجلد والفم والاستنشاق ، وهى أكثر قابلية للتحلل من المبيدات السابقة ، ويمكن للكبد والكليتين تخليص الجسم من نسبة كبيرة منها .

٤ ـ البيرثرويدات الطبيعية والمصنعة :

كانت هذه المركبات ذات الأصل النباتى (وبخاصة من أزهار الكريزانثيمم النامية فى كينيا وغيرها) مصدرا تجاريا للمبيدات الحشرية فى الماضى ،

وبخاصة ضد الحشرات الطائرة مثل الذباب والبعوض ، وغيرهما من ناقلات الأمراض للإنسان والحيوان . وتتميز هذه المركبات بسرعة تحللها فى الضوء والهواء ، وبقلة سميتها للإنسان والحيوانات الثديية ، لكنها شديدة السمية على الأسماك . ومنذ الخمسينيات ، تم إنتاج بيرثرويدات صناعية أقل تكلفة من الطبيعية وأكثر ثباتا فى الضوء ، لكنها تقدمت فى السبعينيات واحتلت موقعا متميزا فى سوق المبيدات الحشرية . ومن أمثلتها الشهيرة مبيد « بيرمثرين » و « فينفاليرات » وغيرهما .

مركبات البيرثرويدات (Pyrethroides)

بيرمثرين (Permethrin)

فينفاليرات (Fenvalerate)

وكما هو واضح فإن هذه المركبات معقدة التركيب ، وهى فعالة ضد العديد من الحشرات ويرقاتها . فقد أحرز مركب « بيرمثرين » نجاحا كبيرا ضد الحشرات الزراعية والطبية معا ، وبخاصة عند درجات الحرارة المنخفضة . أما « الفينفاليرات » فهو مبيد قوى ضد كثير من حشرات المحاصيل التى اكتسبت مقاومة ضد مركبات الفوسفور العضوية . ويتجه الأثر السمى لهذه المبيدات إلى الجهاز العصبى للحشرات ، فتصاب بالشلل وتموت فى مكانها .

ثانيا : مبيدات الأعشاب والحشائش

تحتل مبيدات الأعشاب والحشائش موقعا متميزا بين كافة المبيدات

المصنعة حاليا ، ويقدر إنتاجها وتسويقها بحوالى ٤٠٪ من جملة إنتاج المبيدات عالميا .

ومن أشهر مركباتها « كبريتات النحاس » الذى يطلق على الأعشاب المائية فيهلكها ، لكنه يشكل خطرا على الأسماك والأحياء المائية الأخرى . وهناك مبيدات « دالابون » و « أترازين » و « دايكامبا » و « باراكوات » و « دايكوات » ، وتعمل جميعها على تعطيل العمليات الأيضية فى الحشائش ، ووقف النمو ، وتحطيم الإنزيمات الخاصة بالبناء الضوئى ، مما يؤدى إلى موت النبات . ومنها ما يستخدم قبل الإنبات أو بعده ، كما أن بعضها يمتص بواسطة الجذور ، والبعض الآخر عن طريق الأوراق ، أو بواسطة الاثنين معا .

مبيدات الأعشاب والحشائش (Herbicides)

CH_3CCl_2COOH
دالابون (Dalapon)

دايكامبا (Dicamba)

أترازين (Atrazine)

باراكوات (Paraqual)

دايكوات (Diqual)

وبعض مبيدات الحشائش تبقى لفترة فى التربة قبل أن تتحلل بالحرارة أو الضوء وبفعل الكائنات الدقيقة . وتسبب هذه المبيدات العشبية الضرر للإنسان والحيوان عند التعرض لها ، حيث تؤذى الجلد والعينين والجهاز التنفسى وباقى الأعضاء ، كما تصيب الأحياء المائية بالضرر ، وبخاصة الأسماك ، لو تسرب بعض منها إلى المجارى المائية .

ثالثا : المبيدات الفطرية

تضم مجموعة كبيرة من المركبات العضوية وغير العضوية التى تستخدم كثيرا فى مكافحة الإصابة بالفطريات الزراعية والوقاية منها . وتتنوع إصابة النباتات والبذور بأنواع الفطريات وأطوار حياتها ، حيث تنتقل جراثيم الفطر إلى النبات إما بالهواء أو بالاحتكاك أو عن طريق المياه أو التربة . ولذلك تختلف المبيدات الفطرية كثيرا حسب نوع الإصابة الفطرية وشدتها ، وطبيعة المحصول أو البذور المصابة . فمنها ما يكافح الإصابة الظاهرية على سطح النبات ، ومنها ما يتوغل داخل النبات العائل للقضاء على الفطر الذى يتخلل أنسجة النبات ويصل إلى خلاياه .

ومن أشهر المبيدات الفطرية أملاح النحاس مثل « كبريتات النحاس » $Cu\ So_4$ ، و « أوكسى كلوريد النحاس » $Cu\ Cl_2(OH)_2$ ، و « أوكسيد النحاس » Cu_2O ، و « هيدروكسيد النحاس » $Cu\ (OH)_2$. وجميعها توقف نمو الفطر على النبات . وهناك مركبات الزئبق العضوية مثل « خلات فينيل الزئبق » التى تستخدم لحماية حبوب المحاصيل من الإصابة بالفطر . وهناك أيضا « مسحوق الكبريت » أو « الكبريت الجيرى » ، الذى يطلق على النباتات المصابة فى شكل دخان أو فى صورة مسحوق مبلل على أشجار الفاكهة المصابة .

ومن المبيدات الفطرية المستخدمة حاليا مجموعتان : تصنف الأولى على أنها غير جهازية ، أى تتعامل مع الزغب الفطرى الظاهر على السطح مثل « ديكلوران » و « تكنازين » .

والمجموعة الأخرى مبيدات جهازية ، حيث يمتصها النبات العائل وتسير مع العصارة النباتية فى أوعية النبات لتصل إلى الأنسجة المصابة ، وتهاجم الفطر هناك ، مثل « أوكساثين » و « مورفولين » .

مبيدات الفطريات
(Fungicides)

خلات فينيل الزئبق
(Hg-phenyl acetate)

ديكلوران (Dichloran)

تكنازين (Tecnazene)

أوكساثين (Oxathin)

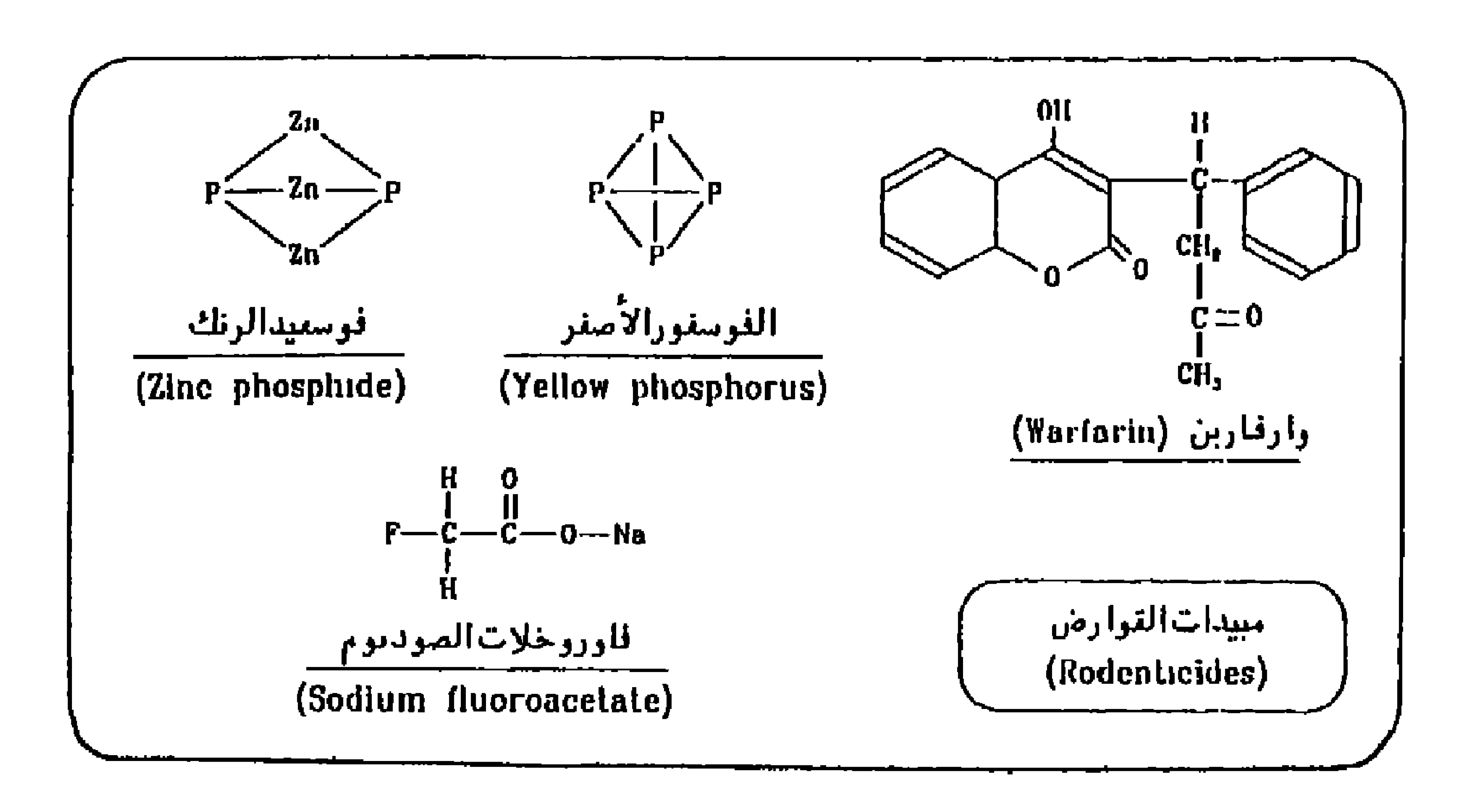
مورفولين (Morpholine)

رابعا : مبيدات القوارض

هذه مجموعة متخصصة من المركبات السامة . ويعتمد الأثر السُمى لبعض هذه المركبات على منع الدم من التجلط بوقف إنتاج مركب البروثرمبين فى الكبد ، مع تعطيل نفاذية الشعيرات الدموية ، مما يسبب للقوارض نزيفا داخليا لا يتوقف حتى الموت . وتستخدم هذه المركبات فى صورة طعوم تضاف إليها بعض المواد الغذائية كالحبوب أو العجائن التى تجذب الفئران . ومن هذه المبيدات ما يحدث مفعوله بجرعة واحدة تؤدى إلى موت الحيوان ، ومنها ما يعتمد على عدة جرعات متوالية . ومن أشهر هذه المركبات مبيد « وارفارين » .

ومن مبيدات القوارض أيضا ما يسبب تسمما عضويا لمعظم أجهزة الجسم ، بدءا من الجهاز الهضمي والكبد ، ثم القلب الذى يتوقف ويموت الحيوان ، مثل مبيد « الفوسفور الأصفر » .

ومركب « فوسفيد الزنك » هو أحد مركبات هذه المجموعة ، وهو يطلق غازا شديد السمية يسمى الفوسفين ، الذى يهيج القناة الهضمية ويتلف الكبد والكلى والرئتين ، والقلب والجهاز العصبى المركزى ، فيموت الحيوان .



وهناك أيضا مبيد « فلوروخلات الصوديوم » الذى يؤثر على مسارات الأيض وتحرير الطاقة فى الخلايا ، فيتوقف التنفس ويموت الحيوان .

خامسا : مبيدات القواقع

وتضم عدة مركبات لمكافحة القواقع الأرضية والبزاقات التى تهاجم المزروعات والحدائق . ومن بين هذه المركبات ، مبيد « فوريت » (من مجموعة الفوسفور العضوية) و « ميثوكارب » (من مجموعة الكاربامات) . وهما من المبيدات الحشرية الناجحة ، كما يمكن استخدامهما لحماية النباتات النامية من تلك الآفات الرخوية عن طريق الرش ، أو بمعاملة البذور قبل الإنبات فلا تقربها القواقع . ومن بين مركبات هذه المجموعة مبيدات متخصصة مثل « طُعم ميتالدهيد » الذى يعمل على تخدير القواقع أو البزاقات ، فتتوقف عن الحركة ولا تستطيع العودة إلى مخبئها وتموت من الجفاف .

أما القواقع المائية الناقلة للبلهارسيا والدودة الكبدية ، فإنها تقاوَم بعدة مركبات ، منها « كبريتات النحاس » ومبيد « فرسكون » . وهذان المبيدان

يعملان على إحداث تسمم للقواقع فى المجارى المائية ، بحيث يستمر تركيزهما فى الماء عند حد أدنى لعدة أيام متصلة ، مع تكرار المعالجة كل فترة ، ولكنهما يشكلان خطرا على الأسماك والطحالب المائية .

وهناك مبيد « نكلوزاميد » (بايلوسيد) الذى يعتبر أكثر هذه المركبات أمانا على الأسماك والإنسان ، حيث إنه الأكثر تخصصا لإبادة القواقع وبويضاتها التى تلتصق كتلها بالأعشاب المائية . وقد ثبت نجاحه فى مكافحة القواقع الناقلة للطفيليات فى كثير من دول العالم ، حيث إن فعاليته تفوق فعالية مبيدات القواقع الأخرى بعدة مرات . ويعمل هذا المبيد على الإخلال بالتوصيل العصبى والتوازن المائى للقواقع ، فتنسحب داخل أصدافها وتموت مع ما قد تحمله من يرقات الديدان الطفيلية .

العوامل المؤثرة فى فعالية المبيدات :

تعتمد فعالية المركبات المستخدمة كمبيدات ضد الآفات على عدة عوامل منها :

١ ـ طبيعة تركيب المبيد ، ومدى قابليته للذوبان فى الماء ، ومعدل التخفيف أو التسرب من مكان الاستخدام ، أو التحلل بالضوء أو الحرارة أو بالتخزين ، بالإضافة إلى نسبة المادة الفعالة والمواد الإضافية به .

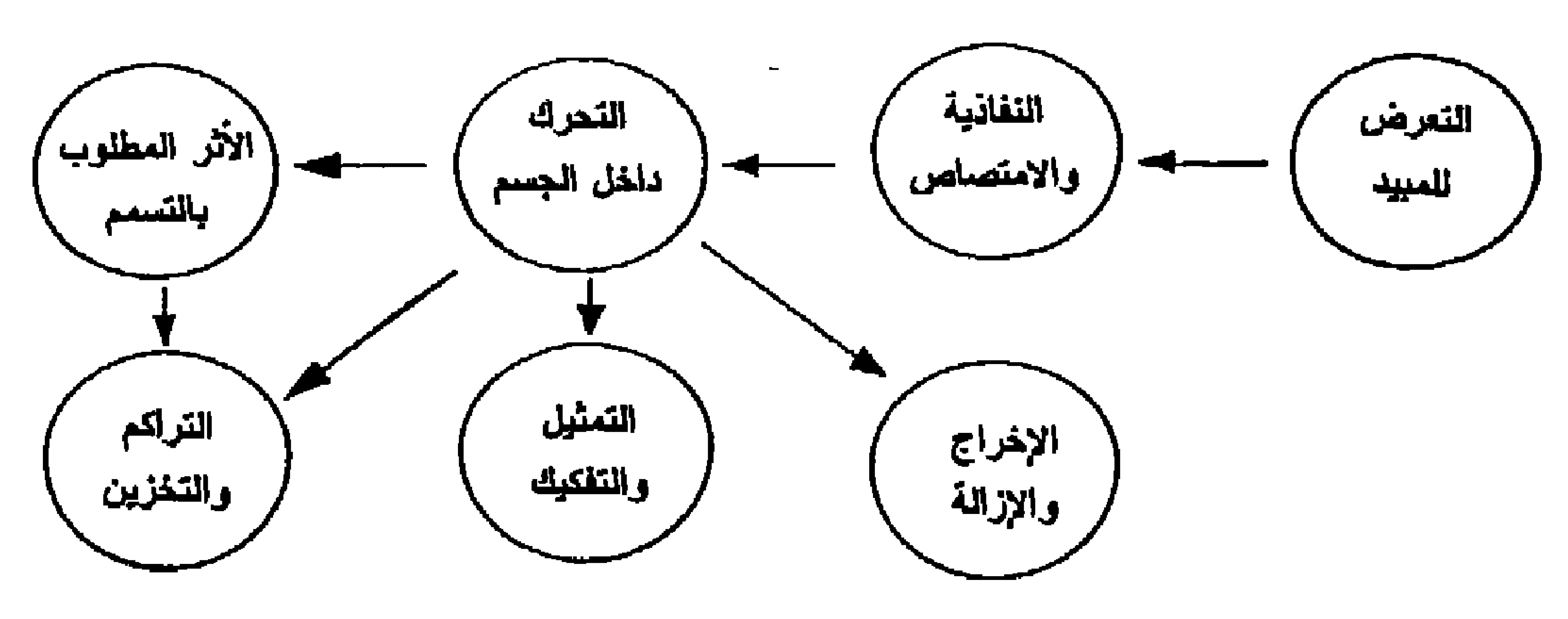
٢ ـ طريقة الاستخدام المناسبة لكل مبيد لمكافحة الآفة المستهدفة ، ومدى ملاءمتها لسلوك الآفة ونشاطها فى البيئة . فهناك آفات يناسبها الرش عن طريق آلات الرش أو الطائرة(*) ، وأخرى يناسبها التعفير أو التبخير أو التدخين ، وثالثة يناسبها الطعوم السامة ، وهكذا .

٣ ـ طريقة وصول المبيد للآفة ، والعوائق التى تحول دون نفاذه إلى داخل جسم الآفة وكيفية التغلب عليها . وتتمثل هذه العوائق فى الطبقة الشمعية فى النباتات ، والجُلَيْد فى الحشرات ، وبشرة الجلد فى الثدييات ، وهى تعتبر جميعا خط الدفاع الأول ضد المواد الغريبة .

٤ ـ درجة امتصاص المبيد واختراقه للأغشية الخلوية بجسم الآفة ، بما يسمح له بالوصول إلى العضو أو النسيج المستهدف لإحداث التأثير السام .

٥ ـ طريقة التأثير السام للمبيد فى جسم الآفة ، وهو يعتمد على تعطيل الإنزيمات المشاركة فى عمليات الأيض أو التوصيل العصبى ، أو على التفاعل مع البروتينات وإتلاف الخلايا والأنسجة .

٦ ـ قدرة الآفة على تمثيل المبيد (شكل ٥) وتحليله والتخلص منه عن طريق



شكل رقم (٥) : آلية حركة المبيد فى جسم الآفة

(*) فى طريقة الرش بالطائرات ، لا يصل إلى الآفة المستهدفة أحيانا أكثر من ٥٪ من المبيد المستخدم .

الإخراج ، أو طرحه ليتراكم فى أنسجة غير حساسة مثل الدهون فى الحشرات والثدييات .

٧ ـ حاجة بعض المبيدات لمواد منشطة تزيد من كفاءة المبيد وترفع من فاعليته وتقلل مقاومة الآفات له .

٨ ـ الجرعة المستخدمة ، وعدد مرات الاستخدام ، والوقت المناسب للمعالجة ، وطور الآفة الأكثر حساسية للمبيد ، وظروف البيئة المحيطة ، مثل درجة الحرارة والرطوبة ، والرياح وحالة التربة ، ووفرة الأعداء الطبيعية أو الطفيلية .

الفصل الخامس

سمية المبيدات وضحاياها

لا شك أن المبيدات الكيميائية هى مواد سامة ، وتتفاوت شدة سميتها بين القتل المباشر أو بعد فترة ، تبعا لتركيز الجرعة المستعملة وطول زمن التعرض . وبالطبع فإن سمية المبيد موجهة ضد الآفات المستهدفة . وكلما كان المبيد متخصصا فى مكافحة آفة بعينها لا يتجاوزها ، كان أقوى تأثيرا وأكثر فعالية . وبالطبع ليس من المتصور أن يتعرض الإنسان نفسه للتسمم ، فيقع ضحية ما ابتكره من مركبات يكافح بها أعداءه من الآفات .

ومع ذلك ، سُجلت آلاف الحالات من ضحايا هذه المواد الخطيرة من البشر فى كثير من دول العالم ـ سواء بسبب سوء الاستعمال أو الجهل بسُمية المبيد ، هذا إلى جانب الملايين الذين يصابون بمختلف الأمراض عند التعرض غير المباشر للمبيدات ، نتيجة اختلاط غذائهم وشرابهم ولباسهم وهوائهم بتلك المركبات ، أو بسبب استخدامها دون حيطة أو حذر .

وقد سبقت الإشارة إلى ما تحدثه المبيدات فى التوازن الطبيعى من خلل ، وما تسببه لأى نظام بيئى من تدمير . لكننا سوف نتطرق هنا إلى مدى الأضرار التى تلحق بالإنسان نفسه ، وبحيواناته المستأنسة ، من جراء استخدامه للمبيدات المختلفة على نطاق واسع .

ضحية كل دقيقة :

قدرت منظمة الصحة العالمية فى تقرير لها عام ١٩٩٠ ، بأن عدد من

يصيبهم التسمم بالمبيدات فى العالم يفوق المليون نسمة سنويا ، منهم عشرون ألفا على الأقل إصاباتهم قاتلة ، ومعظمهم من مواطنى دول العالم الثالث . وأضاف التقرير أن هناك ضحية للمبيدات كل دقيقة يوميا . كما يعانى مئات الآلاف من المعرضين لتلك المبيدات السامة من أشد الأمراض تدميرا للصحة ، فضلا عن الخسارة التى تلحق بالاقتصاد الوطنى وتفكك المجتمع . وقد وجد أن نصف هؤلاء الضحايا أو أكثر من عمال الزراعة فى الدول النامية ، حيث تنتشر الأمية وعدم الوعى بسبل الوقاية ونقص الرقابة الصحية أو غيابها .

وقد عانت البشرية من سموم المبيدات منذ بداية استخدامها ، وذلك لاحتوائها على عناصر شديدة السُمية والفتك ، مثل الزرنيخ والسيانيد والزئبق . ومع بداية القرن العشرين ظهرت حالات التسمم الجماعى بالمبيدات ، وكان أشهرها ما سجل فى بريطانيا عام ١٩٢٥ ، من وقوع حالات تسمم من الزرنيخ ، الذى كانت تعالج به الفواكه المستوردة من أمريكا آنذاك . وقد أسفر ذلك عن صدور أول قانون لتحديد نسبة الزرنيخ فى تلك الفواكه فى ١٩٢٧ م

مبيدات فى الحرب :

وبعد ذلك تعددت حالات التسمم فى كثير من دول العالم ، مثلما حدث خلال حرب فيتنام فى الستينيات ، حين ألقى الجيش الأمريكى آلاف الأطنان من أقوى المبيدات العشبية على أحراش وغابات جنوب شرق آسيا ، خلال تعقبه لفرق المقاومة الوطنية آنذاك . وقد أدى ذلك إلى إحراق الغابات ، وإحداث تسمم واسع النطاق للبيئة وأحيائها هناك . كما خلّف الحادث آثارا مرضية خطيرة على كثير من السكان بعد ذلك ، ممثلة فى الإصابة بأنواع من الخلل العصبى والسرطانات وتشوه الأجنة وغيرها ، وظهرت على الجنود الأمريكيين أنفسهم آثار التسمم المتأخرة بعد انتهاء الحرب بسنوات .

حالات تسمم فى أمريكا :

تشير بعض التقارير إلى وقوع أكثر من عشرين ألفا من الأمريكيين ، معظمهم من الأطفال ، ضحايا للاستعمال غير السوى للمبيدات أو تخزينها بالمنازل وحولها . وقد جاء فى هذه التقارير أن المبيدات هى ثانى أهم أسباب التسمم فى الأطفال الأمريكيين بعد الدواء . ومن ناحية أخرى ، فإن الحوادث والممارسات غير الآمنة فى مصانع المبيدات تعرض العمال وعائلاتهم ، وأحيانا المخالطين لهم بصفة عامة ، لمستويات ضارة من المبيدات ، أو الكيماويات السامة التى تدخل فى صناعتها . وجدير بالذكر أنه ثبت احتواء الأغذية الأمريكية على حوالى سبعمائة مكون من المكونات النشيطة للمبيدات ، ظهرت آثارها فى أنواع الفاكهة والخضر ، ومنتجات الألبان واللحوم وغيرها . كما أشارت البحوث إلى أن تلك المبيدات ظهرت بمستويات عالية فى الدم وأنسجة الجسم ، فى بعض المرضى الذين ماتوا هناك بسبب السرطان ، أو تليف الكبد أو ضغط الدم ونزيف المخ أو غيرها .

ولذلك حظرت أمريكا مؤخرا دخول المحاصيل البستانية المستوردة من دول البحر الكاريبى ، بعد أن تبين تبخيرها بمبيد « بروميد الإثيلين » ، الذى تأكد تأثيره المسرطن ، ومع ذلك فإن هذه الأغذية لا تزال تستهلك فى بلادها ، وغيرها من بلدان العالم الثالث دون مبالاة .

وقد ترددت مؤخرا فى شيكاغو (سبتمبر ١٩٩٧) صيحات التحذير من المبيد الحشرى « ميثيل الباراثيون » ، الذى يستخدم عشوائيا لمكافحة الحشرات المنزلية ، برغم الحظر المفروض على استعماله لغير الحشرات الزراعية ، مما سبب العديد من حالات التسمم بين الأطفال وكبار السن ، والتى تؤدى إلى تشنجات عصبية وتوقف القلب . و « ميثيل الباراثيون » يشبه فى تأثيره غاز الأعصاب القاتل ، ويماثله فى المضاعفات . وقد قدمت الهيئات الصحية الأمريكية توصية بضرورة تتبع أعراض الإصابة ، وإحاطة الأطباء بتاريخ التعرض للمبيدات ، كما أتاحت وسائل الكشف عن تلك المبيدات فى سوائل الجسم .

تسمم الغذاء بالمبيدات :

تضاعفت حوادث التسمم من جراء استخدام المبيدات بصورة عشوائية دون إدراك لخطورتها على صحة الإنسان ، حتى وصلت أخيرا إلى الغذاء . ففى الخمسينيات وقع فى بريطانيا عشرات الضحايا بسبب تناول خبز صُنع من دقيق ملوث بالمبيدات ، إثر شحنه فى عربات للسكك الحديدية سبق شحنها بتلك المبيدات من قبل . وفى وقت لاحق ، حدثت مئات الوفيات فى كل من الهند وسنغافورة وجامايكا بسبب عمليات مماثلة لشحن الحبوب تعرضت خلالها للتلوث بالمبيدات .

وتكررت مثل هذه الحوادث فى كثير من دول آسيا وإفريقيا وأمريكا الجنوبية ، ففى كل من تركيا (عام ١٩٥٩) والعراق (عام ١٩٧٢) حدث تسمم غذائى واسع النطاق ، إثر معاملة الحبوب قبل زراعتها بمبيد للفطريات لوقايتها عند النمو . لكن ما حدث هو أن بعض المزارعين فى البلدين استخدموا أجزاء من هذه الحبوب فى صناعة الخبز ، فمات المئات من الضحايا من بين آلاف المصابين بالتسمم . وتكررت المأساة فى كل من غانا والبرازيل عندما استُخدمت مركبات الزئبق ضد بعض آفات الخضر ، مما أدى إلى إصابة الكثير من مستهلكيها بعد ذلك بالتسمم الحاد . وفى السودان مات أكثر من ثلاثين شخصا وأصيب المئات بالتسمم فى عام ١٩٩١ ، بعد تناولهم خبزا مصنوعا من دقيق الذرة الذى سبق معالجته بأحد المبيدات شديدة السمية (إندوسلفان) لمكافحة الطيور آكلة الحبوب . أما فى الهند ، فقد لقى أكثر من مائة وخمسين شخصا حتفهم بعد تناول غذاء ملوث بمبيد « لِندان » ، فى وليمة عرس بإحدى القرى الهندية عام ١٩٩٢ .

حادث مركز قطور بالغربية :

شهدت قرى مركز قطور بمحافظة الغربية بمصر عام ١٩٧١ حدوث كارثة جماعية للماشية ، بنفوق حوالى ١٥٠٠ من عجول التسمين ، وذلك فى أعقاب عمليات رش جوى لأحد المبيدات شديدة السمية ، وهو « الفوسفيل » ،

لمكافحة ديدان ورق القطن وديدان اللوز . إذ أصاب المبيد الحشائش والزراعات الأخرى المجاورة لحقول القطن والمجارى المائية هناك ، وما لبث أن انتقل إلى الحيوانات التى تغذت على تلك الحشائش ، فأصابها بالتسمم القاتل . كما أصيبت أعداد أخرى من المواشى بأعراض مرضية خطيرة ، منها الإجهاض والشلل والتهاب الأعصاب وغيرها . بل إن عددا من عمال الزراعة الذين تعرضوا لنفس المبيد فى غذائهم أو شرابهم أصيبوا بأعراض مماثلة . وقد أثبتت التحاليل الطبية وجود آثار من المبيد السام فى دماء المواشى النافقة . وكان عدد الإصابات القاتلة فى الجاموس أعلى منه فى الأبقار ، وفى الإناث أعلى منه فى الذكور . وقد تم حظر استعمال هذا المبيد القاتل فى مصر ، بعد ثبوت ضرره فى تدمير الأغشية العصبية للحيوانات المعرضة له .

وقد شهدت مناطق أخرى فيما بعد ، مثل الفيوم وبنى سويف وأسيوط وغيرها ، حوادث مشابهة للتسمم بنفس المبيد (الفوسفيل) أو بمبيدات أخرى مثل « التوكسافين » و « السيفين » خلال موسم زراعة القطن .

ضحايا صناعة المبيدات :

حدث فى عام ١٩٨٤ ، أن تسرب غاز سام من أحد المصانع الكبرى للمبيدات فى مدينة بوبال بوسط الهند ، يقوم بإنتاج مبيد « كارباريل » بتصريح من الشركة المنتجة (يونيون كاربيد) بأمريكا . وبانتشار هذا الغاز فى المناطق المحيطة بالمصنع ، أصيب آلاف السكان فى المدينة بالتسمم الحاد الذى قضى فى الحال على ٢٥٠٠ شخص . ويقى أكثر من مائة ألف شخص يعانون من التسمم المزمن ، الذى اتخذت أعراضه صورة الاضطرابات العصبية المختلفة ، والإجهاض والعقم ، والفشل الكبدى وغيرها . وقد سجلت الهيئات العلمية هذا الحادث باعتباره أكبر حادث لضحايا الصناعة فى العصر الحديث ، وأصبح يعرف « بحادث بوبال » . وحذرت هذه الهيئات من تكرار هذا الحادث فى بلاد أخرى تسير على نفس الدرب فى إنتاج المبيدات الخطيرة .

حوادث لعمال الرش :

تتكرر حوادث التسمم بالمبيدات بين عمال رش واستخدام المبيدات الزراعية المختلفة ، وبخاصة فى الدول النامية التى تعانى من الأمية ، ونقص الرعاية الصحية والفقر ، وحيث تتوافر الأيدى العاملة غير المدربة ، والتى تقبل أى عمل يوفر لها الرزق مهما كان نوعه . ولما كانت عمليات المعالجة بالمبيدات تتم بدون اتخاذ الاحتياطات الواجبة ـ مثل حماية الوجه واليدين ، وباقى أجزاء الجسم من رذاذ المبيدات أو أبخرتها ، بارتداء الأغطية الواقية التى تصل حتى القدمين ـ فإن العمال يصابون بالتهابات متنوعة بالجلد والعينين ، واليدين والقدمين . ورغم ذلك يداوم العمال المصابون على العمل بدون أن ينالوا قسطا من الراحة ، أو علاجا مناسبا بسبب حاجتهم إلى المال ، فتتراكم هذه السموم بأجسامهم وتتزايد الإصابات إلى حد الإعاقة عن العمل فيما بعد ، أو يصابون بالشلل الذى قد يفضى إلى الموت . ولا تتوافر إحصائيات موثوق بها عن حجم هؤلاء الضحايا ، ومع ذلك فإن منظمة الصحة العالمية تحذر من تزايد أعدادهم مع موجة التنمية الزراعية فى كثير من الدول النامية ، وبخاصة فى مزارع الخضر وبساتين الفاكهة ، وحقول المحاصيل وعلى رأسها القطن . وجدير بالذكر أنه ظهرت مؤخرا آلاف الحالات من العقم بين العمال القائمين على رش أحد المبيدات الحشرية فى أمريكا الوسطى ، كما أصيب آخرون بالسرطان الرئوى والربو وتسمم الكبد وغيرها من الأمراض الخطيرة . ومما يزيد الأمر سوءا ـ غياب أو نقص وسائل علاج مثل هذه الحالات للتسمم بالمبيدات ، وعدم توافر الأطباء القادرين على تشخيصها وعلاجها ، حيث كثيرا ما يُخلط بينها وبين حالات التسمم الغذائى وغيره من الأمراض .

المبيدات ومحاولات الانتحار :

تزايدت فى السنوات الأخيرة محاولات الانتحار فى كثير من دول العالم لأسباب اقتصادية واجتماعية مختلفة . ومعظم الحالات التى سجلتها مراكز السموم والمستشفيات كانت نتيجة تناول بعض المبيدات الحشرية أو العشبية ،

حيث إن هذه المبيدات متاحة للجميع رغم شدة سميتها وصعوبة علاجها . وتتميز هذه المبيدات بمفعولها السريع على الجهاز العصبى ، إذ أن تناول ولو مجرد ملعقة شاى منها يقضى على الحياة فى دقائق . وقد استشعرت بعض الشركات المنتجة ذلك الخطر ، فأضافت إلى مكونات المبيد مواد كريهة الرائحة وأخرى مثيرة للقيىء أو الإسهال ، لطرد نسبة من المبيد بعد تناوله سواء سهوا أو عمدا ، وخصوصا مبيد الحشائش « باراكوات » الذى اعتمدت عليه أكبر نسبة من حالات الانتحار فى دول متفرقة .

وتقدر بعض الهيئات أن معظم حالات التسمم بغرض التخلص من الحياة ، تتم فى الدول الصناعية باستعمال جرعات كبيرة من الأقراص المنومة ، لكنها فى الدول النامية تتم باستعمال مركبات الفوسفات العضوية وغيرها من المبيدات المتداولة فى الأسواق للأغراض المنزلية والزراعية على السواء . وهذا ما دعا تلك الهيئات إلى مطالبة المسئولين فى مختلف دول العالم بفرض رقابة صارمة على تداول المبيدات الخطيرة ، ووضع قواعد تنظم الاتجار فيها حتى لا يساء استخدامها بهذا الشكل .

مبيدات لصيد السمك :

تتمثل إحدى صور سوء استخدام المبيدات فى قيام بعض الصيادين ، سواء عن جهل منهم أو بدافع الغش ، بإلقاء كميات من بعض المبيدات الزراعية على سطح مياه الترع والأنهار ، بهدف قتل الأسماك التى لا تلبث أن تطفو بعد تسممها فتصبح صيدا سهلا لهم . وهم بذلك إنما يرتكبون جريمة كبرى فى حق مستهلكى هذه الأسماك ، تتمثل فى تعرضهم للإصابة بالتسمم الغذائى الخطير ، وكذلك فى حق جميع الأحياء المائية التى يدمرها المبيد إلى جانب الأسماك . ومن يضبط متلبسا بهذه الجريمة ـ تقبض عليه شرطة المسطحات المائية المكلفة بحماية مياه الأنهار من أى سوء .

المبيدات والصحة العامة :

تعرف المبيدات الكيميائية أحيانا بأنها المركبات السامة الوحيدة التى يطلقها

الإنسان عامدا متعمدا فى البيئة ، وعليه أن يتعامل معها على هذا الأساس . ولكن اتضح أن الاستخدام المتزايد لتلك المواد فى جميع بقاع الأرض لحماية الموارد البيئية المتنوعة ، أثر بالسلب على صحة الإنسان ، حيث برزت على الساحة أمراض متعددة لم تكن معروفة من قبل .

ومن بين الأمراض التى تسببها تلك المبيدات المصنعة ، أمراض السرطان التى تصيب كثيرا من أعضاء الجسم ، مثل أورام الكبد والجهاز الهضمى والمخ ، وسرطان الدم والجلد والمثانة والثدى والخصية ، بالإضافة إلى اختلال الجهاز المناعى ، ونقص السائل المنوى ، وحدوث العقم والإجهاض . وتتزايد أعراض الإصابة المرضية خصوصا لدى الأطفال وكبار السن .

فالأطفال المعرضون للمبيدات حتى فى المنازل ، يصابون بسرطان الدم (اللوكيميا) والغدد الليمفاوية والمخ ، وبخلل فى عمليات التحول الغذائى ، مثل فقد القدرة على الاستفادة من فيتامين « ب٦ » ، مما يسبب اختلالات عصبية وعضلية .

كما سجلت حالات من الاضطراب العقلى والعصبى لدى كبار السن بعد التعرض للمبيدات . وكذلك يتعرضون لتدمير جهاز المناعة الممثل بخلايا الدم البيضاء التائية (نوع من كرات الدم الليمفاوية) مثلما يحدث فى مرض الايدز ، مما يسهل معه غزو الميكروبات المرضية للجسم . بل إن البحوث الحديثة أكدت سمية المبيدات للخلايا الحية وللشفرة الوراثية ، حيث تدمر الأحماض النووية ، وتسبب ظهور طفرات مرضية ، كما يعطل بعضها عمليات الانقسام الخلوى ، أو يسرع منها قبل الأوان ، فتنتج أمشاجا(*) وأجنة مشوهة .

ومن المثير للدهشة ، إصابة بعض الحيوانات الأليفة بالمبيدات ونقلها للمخالطين لها من الأطفال خاصة . فالكلاب والقطط التى تتجول فى الحدائق

(*) الأمشاج : هى الخلايا الجنسية للكائن الحى ، أى الحيوانات المنوية والبويضات .

المعاملة بمبيدات الحشائش مثلا ، تتعرض لجرعات من المبيد عندما تستلقى على تلك الحشائش ، حيث يعلق المبيد بشعرها . وعندما تقوم هذه الحيوانات بلعق الشعر ، ينتقل المبيد إلى الفم فتصاب بالتسمم وتظهر عليها نفس الأعراض المرضية المشار إليها من قبل .

الفصل السادس

مقاومة الآفات للمبيدات

مفهوم المقاومة :

يُظهر كثير من الآفات مقاومة للمبيدات المستخدمة لإبادتها ، مما يؤدى إلى انخفاض الأثر السمي للمبيد عن ذى قبل ، وبالتالى زيادة تحمل الآفة لجرعات أكبر من المبيد ، حيث تبدو وكأنها قد اكتسبت مناعة ضده بمرور الوقت . وتختلف ظاهرة المقاومة عن المناعة من جهة العوامل المؤثرة على كل منهما . فالمناعة قد تكون وراثية أو مكتسبة ضد كائنات معدية ، لكن المقاومة صفة وراثية تتفاوت شدتها بين أفراد النوع الواحد ، وبالتالى تتباين قدرة كل منها على تحمل المواد الغريبة أو الظروف غير الطبيعية . وتجرى عملية انتخاب طبيعى دائمة ، فتبقى الأفراد الأكثر مقاومة لتلك المواد أو الظروف ، وتهلك الأفراد الأقل مقاومة . وقد تنبه هذه المواد الغريبة أو الظروف الصعبة ، جهاز الوراثة بالآفة إلى تكوين طفرات جينية تزيد من تحملها لتلك المواد والظروف ـ فتكتسب بذلك قدرة أكبر من أسلافها على مقاومة المبيد المستخدم . وعلى ذلك فالمقاومة صفة وراثية يحملها بعض أفراد الآفة ، كما تُكتسب وتنمو بالطفرات المتلاحقة ، ولذا فهى نتاج عاملين هما الوراثة والبيئة .

ظهور المقاومة :

عند رش أى منطقة بمبيد ما ، فإن معظم أفراد الآفة يقضى عليها تركيز

المبيد الموصى به من قبل الشركة المنتجة ـ وخاصة لو كان ذلك المبيد جديدا ، أى لم يسبق استخدامه لمكافحة هذه الآفة من قبل . ولذا تكون حساسيتها أو استجابتها له عالية . لكن عددا قليلا من أفراد الآفة يظل حيا ـ نظرا لتحمله تركيز المبيد أكثر من غيره ، بفضل ما لديه من جينات مقاومة له .

ونظرا لأن معظم أنواع الآفات ، وبخاصة الحشرات والقواقع والقوارض والكائنات الدقيقة كالفطريات والبكتريا وغيرها ، أعمارها قصيرة ودورات تكاثرها سريعة ، فإن الأفراد المتبقية منها بعد التعرض للمبيد ـ مع قلتها ـ يمكنها أن تستعيد جماعاتها الكبيرة العدد ، وتملأ الفراغ الذى تركته الأغلبية فى زمن قصير ، بما تنتجه من أجيال متلاحقة ذات مقاومة عالية . وعند استخدام نفس المبيد على جماعات من ذات الآفة التى أظهرت مقاومة له ، فإن كل جيل جديد من الآفة ستكون لديه درجة أعلى من المقاومة للمبيد . وبذلك تنمو المقاومة لدى الآفة من جيل لآخر بفضل الطفرات المتوالية ، التى تؤدى إلى تحملها لجرعات أكبر من المبيد ، مثلما حدث للذباب والبعوض والآفات الزراعية وغيرها .

مجرد سموم فى البيئة :

عندما تتزايد مقاومة الآفة لمبيد ما ، يصبح استخدام نفس المبيد لمكافحة هذه الآفة غير فعال خلال خمس سنوات أو أقل ، وخصوصا إذا كانت الآفة سريعة التكاثر ، لاسيما فى المناطق الحارة الرطبة التى تستطيع معظم الآفات فيها التكيف سريعا مع أى ظروف عارضة . وعلى ذلك فإن جميع المبيدات شديدة السمية ستفشل فى النهاية ، وستنشأ جماعات من الآفة أكثر تحملا للمبيد ، وأوسع انتشارا وأشد تدميرا ، وهو ما حدث فى الستينيات ، عندما أظهرت ديدان القطن مقاومة ضد المبيدات التى استخدمت لمكافحتها عدة سنوات ـ وقد استدعى ذلك إما زيادة جرعة المبيد وتكرار استعماله ، أو التحول إلى مبيدات أخرى أشد سمية ، للسيطرة على الآفة المتزايدة . وهكذا يدور الإنسان فى حلقة مفرغة ، حيث تزيد تكاليف المكافحة باطراد بينما تقل

أو تتلاشى فاعلية المبيد . وفى النهاية تفوق تكاليف المبيدات الجدوى من استعمالها ، بل يصبح الأمر مجرد إطلاق سموم فى البيئة تزيد من تلوثها ، وتخل بتوازنها ، وتفتك بأحيائها الأخرى غير المستهدفة .

أسباب مقاومة الآفة للمبيد :

ترجع قدرة الآفة على تحمل سمية المبيدات المختلفة ومقاومة فعاليتها إلى عدة أسباب منها :

١ - التصدى لنفاذ المبيد إلى داخل جسم الآفة ، بفضل ما لديها من غطاء أو جلد سميك أو زوائد وقشور توفر لها الحماية .

٢ - تمكن الإنزيمات داخل جسم الآفة من تمثيل المبيد ، وتفكيكه إلى جزيئات أصغر يمكن لأنسجة الجسم التعامل معها واحتواؤها .

٣ - نجاح أعضاء الإخراج بجسم الآفة فى طرد جزيئات المبيد ، أو إفرازها للخارج مع فضلات الجسم أو نواتج هضم الغذاء .

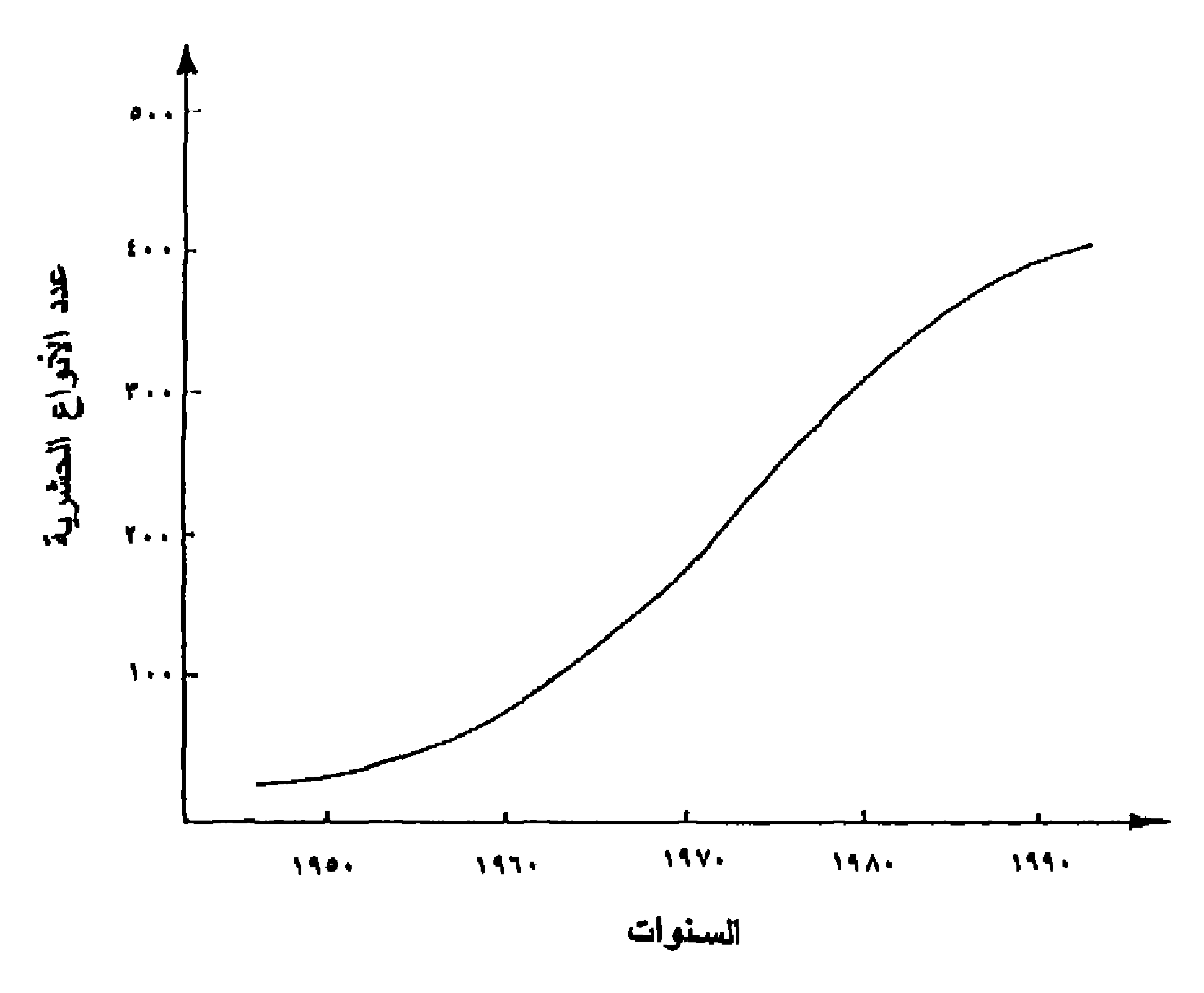
٤ - تمكن سوائل جسم الآفة من إبطال سمية المبيد عن طريق ربطه مع عناصر أخرى ، وتحويله إلى مواد أو مشتقات خاملة ليس لها آثار جانبية .

٥ - نجاح أعضاء جسم الآفة فى احتواء جزيئات المبيد وتغليفها بكبسولات دهنية تتجمع فى مناطق غير حساسة بالجسم .

٦ - قدرة جهاز الوراثة للآفة على تكوين طفرات جينية تؤدى إلى ظهور أجيال من الآفة أكثر تحملا لسمية المبيدات .

تزايد الآفات المقاومة للمبيدات :

تزايد عدد أنواع الآفات المختلفة المقاومة للمبيدات الشائعة منذ عام ١٩٥٠ حتى الآن (شكل ٦) ، حتى تجاوز ٥٠٠ نوع من الحشرات عام ١٩٩٠ بعد أن كان ٢٢٤ نوعا فى ١٩٧٠ ، و٤٢٨ نوعا فى ١٩٨٠ . وبالمثل وصل عدد



شكل (٦) : تزايد أعداد الآفات الحشرية المقاومة للمبيدات

أنواع الحشائش المقاومة للمبيدات إلى ٨٠ نوعا ، ومن الفطريات إلى ٧٠ نوعا ، ومن القوارض عشرة أنواع ، وذلك بعد أن كان عام ١٩٦٥ لا يتجاوز نوعا أو اثنين من كل منها . ويقدر العلماء أن معظم الآفات الرئيسية سوف تُظهر مقاومة للمبيدات ، بصورة أو بأخرى ، خلال السنوات القليلة القادمة ، حيث لا يمكن وقف هذه المقاومة الوراثية ؛ لأنها جزء لا يتجزأ من طبيعة جميع الأنواع الحية . وتمثل هذه الظاهرة تحديا مستمرا لمنتجي المبيدات الذين يهمهم استمرار فعالية منتجاتهم السامة لأطول فترة ممكنة ، ونجاحها في حماية الموارد الطبيعية المختلفة ، مما يعود عليهم بالربح الوفير . وعموما فإن ظاهرة مقاومة الآفات للمبيدات ترفع من استهلاك هذه المبيدات ، حيث

تتطلب المكافحة استخدام كميات متزايدة من المبيدات ، سواء بتكرار المعالجة بالمبيد أو زيادة تركيزه . لكن هذا الوضع - كما أوضحنا - لا يستمر طويلا ، فبعض الشركات تواجه بكساد منتجاتها من المبيدات التى فقدت فاعليتها ضد الآفات المقاومة ، ولا تجد أمامها إلا البحث عن مركبات أخرى ، مما يزيد من أعبائها الاقتصادية ، ويعرضها لخسارة مضاعفة .

تعدد صور المقاومة :

تظهر الآفات مقاومة ضد المبيدات بعدة صور منها :

١ - **المقاومة المشتركة** : حيث تُظهر سلالة من الآفة مقاومة ضد عدة مبيدات فى نفس الوقت ، سواء كانت هذه المبيدات تنتمى لنفس المجموعة الكيميائية أو لمجموعات مختلفة ، وذلك نتيجة للتعرض لواحد أو أكثر من تلك المبيدات . وتعتمد هذه المقاومة على آلية وراثية واحدة يتحكم فيها جين واحد ، مثل زيادة كفاءة الحماية الخارجية ، أو ارتفاع قدرة الإنزيمات بجسم الآفة على تحليل المركبات السامة ، أو انخفاض نفاذية الأغشية الخلوية والعصبية ، مما يتيح للآفة مقاومة عدة مبيدات فى آن واحد .

٢ - **المقاومة المتعددة** : وتختلف عن المقاومة المشتركة فى تعدد الآليات الوراثية المسببة لها فى نفس سلالة الآفة ، بفضل تعدد الجينات المتحكمة فيها ، مما يمكّن الآفة من مقاومة عدد من المبيدات معا ، لكن بوسائل مختلفة . وهذه المقاومة أكثر خطورة على الإنتاج الزراعى من سابقتها .

٣ - **المقاومة المتعارضة** : حيث يحدث ارتباط سلبى بين مفعول المبيدات على نفس سلالة الآفة ، فعندما تكتسب الآفة مقاومة عالية ضد أحد المبيدات ، تزداد حساسيتها لمبيد آخر ، وذلك بسبب تعارض آلية دخول المبيدين وفعالية كل منهما ضد الآفة .

٤ - **المقاومة المنعكسة** : حيث تعود الآفة بعد اكتسابها المقاومة ضد المبيد

لتصبح حساسة له مرة أخرى ، إثر توقف استخدامه لفترة ما . ويرجع ذلك إلى وجود ارتباط بين جين المقاومة فى الآفة وبعض الخصائص المضادة مثل انخفاض كفاءة التكاثر . وقد تحدث هذه الصورة المنعكسة للمقاومة بعد اختلاط أفراد سلالة مقاومة من منطقة توقف فيها استخدام المبيد بأفراد سلالة أخرى حساسة للمبيد آتية من مناطق لم يستخدم فيها .

٥ ـ **المقاومة السلوكية** : وتعنى تمكن أفراد الآفة من تجنب الأثر السمى للمبيد بتغيير نمط سلوكها المعتاد ، وبشكل تلقائى ، حيث تنجح فى مقاومة سميته وتنجو من تركيزاته القاتلة دون حدوث أى تغير فسيولوجى لعملياتها الحيوية .

نشأة المقاومة وتطورها :

يمكن النظر إلى ظاهرة مقاومة الآفات لتأثير المبيدات على أنها عملية تطورية ، يتم فيها انتخاب طبيعي بين أفراد الآفة ، مع التعرض المتواصل لمستويات مختلفة من سموم المبيدات . إذ تستبعد أولا بأول الأفراد الحساسة للمبيد ، وتبقى الأفراد التى تحمل واحدا أو أكثر من جينات المقاومة . وهذه الجينات قد تنشأ من التغير الطفرى لجهاز الوراثة بالآفة تحت ضغط المبيد ، أو تكون موجودة أصلا فى الآفة لكنها لا تعبر عن وجودها إلا تحت ظروف وجود المؤثر الانتخابى ـ ألا وهو المبيد ـ وهنا تبدأ هذه الجينات فى إظهار استجابتها ، بإضفاء صفات المقاومة على الآفة ، التى قد تظهر فى صورة حجم جديد للآفة (أصغر أو أكبر) أو زيادة فى سمك الجلد ، أو زيادة فى منسوب الدهون ، أو رفع لكفاءة إنزيمات التحلل المائى وغيرها من الإنزيمات الهادمة للمبيد . ويتباين معدل ظهور المقاومة ونموها باختلاف أنواع الآفات ، كما يتباين أيضا باختلاف طور الآفة (ما إذا كانت فى طور السكون داخل البيضة أو البذرة ، أو فى طور النمو المتزايد قبل النضج ، أو فى طور النضج والتكاثر ، أو بعدهما) والظروف المحيطة بها . فالمقاومة تظهر سريعا تحت ظروف معينة ، وتكون بطيئة أو تختفى تحت ظروف أخرى . ومن ناحية

أخرى ، تلعب الوراثة دورا محددا فى ظهور المقاومة . فوجود الجينات المقاومة وعددها وطبيعتها (سائدة أم متنحية أم هجين) تؤثر فى سرعة ظهور المقاومة وتطورها . ويتجلى ذلك فى ظهور سلالات مقاومة من الذباب والبعوض ، حيث تتضح ظاهرة المقاومة لعديد من المبيدات التى استخدمت لمكافحتها لسنوات طويلة ، سواء المبيدات الكلورينية أو الفوسفاتية ، أو الكاربامات أو البيريثرويدات وغيرها . كما أصبحت ديدان القطن شديدة المقاومة للمبيدات المختلفة لنفس السبب .

وبالإضافة إلى ما سبق ، هناك عوامل أخرى تؤثر فى ظهور المقاومة وتطورها . فهناك مثلا العوامل البيولوجية التى تشمل مراحل دورة حياة الآفة ، وزمن كل منها ، وتعداد الأفراد ، وطبيعة التكاثر ، ثم طبيعة التغذية والحركة والسلوك . وهناك أيضا العوامل المرتبطة بنوعية المبيدات ، وتركيبها وتكرارها ، وتفاعلها مع بعضها البعض ، وطريقة استخدامها ودرجة ثباتها ، ومستوى متبقياتها حول الأجيال المتعاقبة للآفة .

أضرار السلالات المقاومة من الآفات :

تتفاوت الأضرار والخسائر التى تلحق بالإنسان والبيئة نتيجة ظهور سلالات من الآفات المختلفة أكثر مقاومة للمبيدات ، وذلك على النحو التالى :

١ ـ يؤدى ظهور المقاومة إلى زيادة معدل استخدام المبيدات ، ورفع مستوى المركبات السامة فى البيئة مما يزيدها تلوثا .

٢ ـ يزداد تعرض عمال الزراعة لسمية المبيدات ، فتزداد فرص إصابتهم بالتسمم وبحالات مرضية عديدة .

٣ ـ ترتفع تكاليف عمليات المكافحة إما بزيادة الكميات المستخدمة من نفس المبيد ، أو بالتحول لمبيدات أخرى جديدة ومكلفة .

٤ ـ يختل التوازن الطبيعى بين الأحياء فى البيئة ، مع تعرض الأنواع

الحساسة من الأعداء الطبيعية للآفات للأثر السمى للمبيدات ، مما يؤدى إلى اختفائها ، وبالتالى تزداد أعداد الآفات المقاومة .

٥ - تزداد الحالات المرضية بسبب زيادة الآفات من ناقلات الأمراض المقاومة للمبيدات ، مما يعود بالضرر على الإنسان والحيوان والنبات .

٦ - تزداد الآفات شراسة ببقاء السلالات المقاومة للمبيدات ، مما يهدد الإنتاج الزراعى والصحة العامة .

٧ - تقل إنتاجية المحاصيل الزراعية كما وكيفا مع تزايد استخدام المبيدات لحمايتها من الآفات . كما تصبح المحاصيل ناقلة للسموم لكل من يستهلكها من البشر أو الحيوانات .

سبل التحكم فى مقاومة الآفات للمبيدات :

إن اختيار المبيد المناسب والطريقة الأمثل للاستخدام ، فى الوقت والمكان الملائمين ، وضد الطور المحدد فى دورة حياة الآفة ، يضمن استمرار حساسيتها للمبيد أو تقليل مقاومتها له . ويتطلب ذلك الإلمام بكافة المعلومات حول سمية المبيد وفعاليته ضد أفراد الآفة ، ودرجة تكوّن المقاومة وتطورها . وهناك دراسة أعدتها منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) منذ عام ١٩٧٧ ، تتناول باستفاضة كل مبيد وفعاليته ضد الآفات المستهدفة . وتقوم المنظمة بتحديث هذه الدراسة باستمرار من أجل إطالة فترة الاستفادة من المبيدات المتاحة حاليا ، بما يضمن الحد من تزايد الآفات المختلفة وعدم تراكم سموم المبيدات فى البيئة .

وترتكز عملية التحكم فى مقاومة الآفات للمبيدات على عدة عوامل منها :

١ - زيادة جرعة المبيد المتخصص فى مكافحة الآفة المستهدفة ، حتى تصبح صفة المقاومة متنحية ، بعد إبادة الأفراد الهجين والأفراد الحساسة ، فتنخفض جينات المقاومة بين أفراد الآفة .

٢ - إضافة مواد منشطة لفعالية المبيدات - وهي تعمل على وقف نشاط الإنزيمات المحللة للسموم ، فتقل مقاومة الآفة للمبيد .

٣ - استخدام مخاليط من المبيدات بجرعات منخفضة ، فينشأ بينها ارتباط سلبى للسمية ، أى فى الوقت الذى تظهر فيه الآفة مقاومة لأحد المبيدات فإنها تظهر حساسية لمبيد آخر .

٤ - استبدال المبيدات كل فترة خلال دورات محددة ، للحد من تزايد جينات المقاومة ضد كل منها .

٥ - استعمال جرعات منخفضة من المبيدات دوريا ، مما يضمن الاحتفاظ بجينات الحساسية للمبيد بمستوى مناسب بين أفراد الآفة ، ويقلل بالتالى من فرصة انتشار المقاومة .

٦ - تقليل عدد مرات المعالجة بالمبيد مع ترك بعض أجيال الآفة بلا معالجة ، لإفساح المجال لتزايد الجينات الحساسة .

٧ - استخدام مبيدات قصيرة المدى ، بحيث ينتهى أثرها سريعا فى البيئة .

٨ - تركيز المعالجة بالمبيدات على الأطوار الضعيفة والحساسة فى دورة حياة الآفات .

٩ - تجنب استخدام المبيد فى كل البيئات التى تسكنها الآفة فى نفس الوقت .

١٠ - متابعة التغير فى مستوى أعداد الآفة بعد تنفيذ كل من الإجراءات السابقة ، وذلك لتوفير قاعدة بيانات وافية ، يمكن بواسطتها الانطلاق إلى المزيد من الإجراءات الفعالة للمكافحة ، فى إطار ما يعرف « بالسيطرة المتكاملة على الآفات » .

الفصل السابع

مخلفات المبيدات فى البيئة

يقصد بالمخلفات هنا متبقيات أى مركب كيميائى يستخدم كمبيد للآفات ، سواء فى الغذاء أو السلع الزراعية أو الأعلاف الحيوانية ، أو فى مختلف الأنسجة الحية ، نتيجة استخدام هذا المركب بصورة مكثفة . كما تشمل المتبقيات نواتج التحول الغذائى لهذا المبيد داخل الجسم ، والمركبات الثانوية الناتجة عن ذلك .

وقد تمكن العلماء مؤخرا من تتبع آثار تلك المتبقيات التى تتخلف عن إطلاق المبيدات فى مختلف أعضاء الكائنات الحية ، بل وفى إفرازاتها ومنتجاتها . وتم ذلك باستعمال أجهزة فائقة الدقة ، وتقنيات تحليلية عالية وشديدة الحساسية ، حيث يمكنها رصد آثار أى مادة غريبة فى عينات الأغذية أو أنسجة الكائن الحى ، حتى لو بلغ تركيزها جزءا من البليون .

ولم تكن هذه التحليلات متاحة عند بداية إطلاق تلك المبيدات بكميات هائلة فى الأربعينيات والخمسينيات . لكن بعد ظهور حالات التسمم بالمبيدات بصورة ملحوظة أو مباشرة ، بدأ العلماء فى البحث عن وسائل دقيقة للتحليل الكيميائى لعينات من المواد الغذائية أو الأنسجة الحية - كميا وكيفيا - حتى تم التوصل إلى عدة طرق متقدمة لتحليل أبخرة المواد ، أو مستخلصاتها السائلة ، أو الغازات الناتجة عن حرقها ، أو الأشعة التى تمر خلالها - بعد خلطها بمذيبات عضوية مناسبة .

وتفيد هذه التقنيات التحليلية الدقيقة فى رصد متبقيات المبيدات فى المنتجات

الزراعية والحيوانية قبل الاستهلاك ، بما يضمن الحفاظ على صحة المستهلك المحلى وحماية السلع المخصصة للتصدير من هذه المنتجات ، للإبقاء على السمعة الطيبة للمنتج المحلى فى أسواق العالم . ولاشك أن ذلك يسهم فى تعديل أساليب استخدام المبيدات المختلفة ، وتصحيح مسارها فى البيئة المحلية .

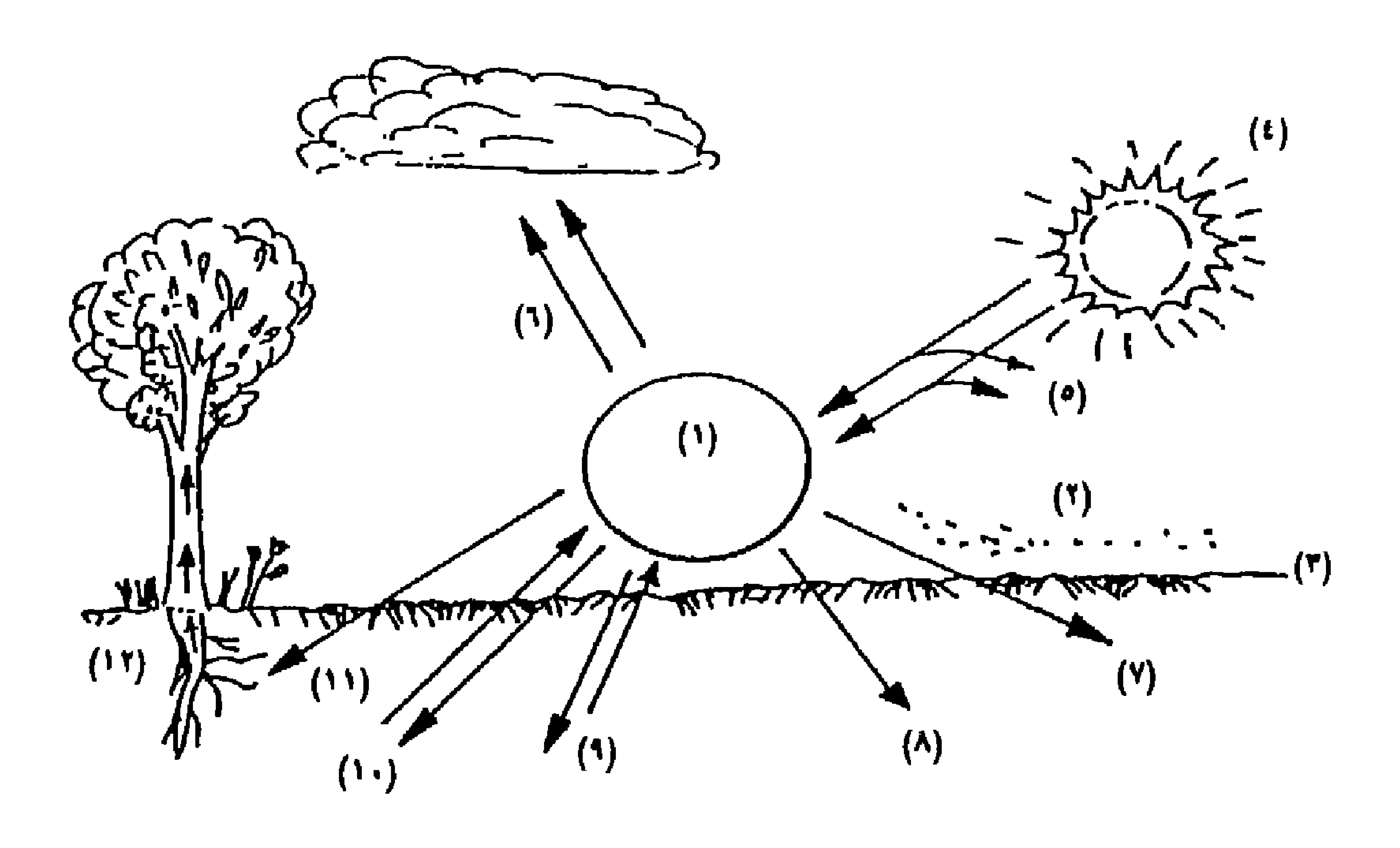
مصادر المخلفات :

تتعدد مصادر مخلفات المبيدات فى البيئة . وهناك عدة عوامل تلعب دورا فى تلوث عناصر البيئة بالمبيدات المختلفة ، منها الكميات المستخدمة من هذه المبيدات ، وطرق تطبيقها على الآفات ، وطبيعة مكان وزمن التطبيق . فمن المعروف أن رش حقول القطن وغيرها بالمبيدات ، بواسطة الطائرات ، ينتج عنه انتشار المبيدات فى مساحات واسعة حول مناطق التطبيق . بفعل العوامل الجوية وكثافة الرش بقطرات المبيد . حيث أمكن رصد بقايا تلك المبيدات على بعد عشرات الكيلومترات من الحقول المستهدفة . ويقدر ما يصل فعلا إلى الآفات المستهدفة بحوالى ١ ٪ من كمية المبيد المستخدمة ، فأين تذهب الـ ٩٩ ٪ الباقية ؟!.

أما استخدام المبيدات على سطح الأرض بمختلف الوسائل (شكل ٧) فقد يضمن وصول نسبة أكبر من المبيدات إلى الآفات المستهدفة ، لكنها لا تزيد كثيرا على ١٠ ٪ من الكمية المستخدمة ، ويتسرب الباقى إلى الهواء والماء والتربة والغذاء ، وإلى الأحياء الأخرى غير المستهدفة مثل الإنسان . كما تتسرب مخلفات المبيدات نتيجة سوء التخزين أو النقل والتوزيع ، فتلوث عناصر البيئة وسلاسل الغذاء المختلفة .

العوامل المؤثرة فى انتقال مخلفات المبيدات :

تعتمد حركة المبيدات وانتقال مخلفاتها فى البيئة على عدة عوامل منها : التركيب الكيميائى ، ودرجة التحلل الطبيعى للمبيد ، وطريقة تجهيزه ، ثم أساليب تطبيقه . ويضاف لما سبق مدى قابلية المبيد للرشح والتسرب



شكل (٧) : حركة المبيد على سطح التربة

(١) المبيد المستخدم ، (٢) الآفات المستهدفة ، (٣) سطح التربة ، (٤) الشمس ، (٥) تحلل ضوئى ، (٦) تطاير فى الجو ، (٧) تحلل كيميائى ، (٨) تحلل ميكروبى ، (٩) تسرب وغسيل ، (١٠) ادمصاص بحبيبات التربة ، (١١) امتصاص مع المياه ، (١٢) صعود مع العصارة النباتية .

والتطاير ، وذلك اعتمادا على درجة ذوبانه فى الماء وطبيعة التربة ومحتواها من المياه الجوفية والسطحية (شكل ٨) وغيرها :

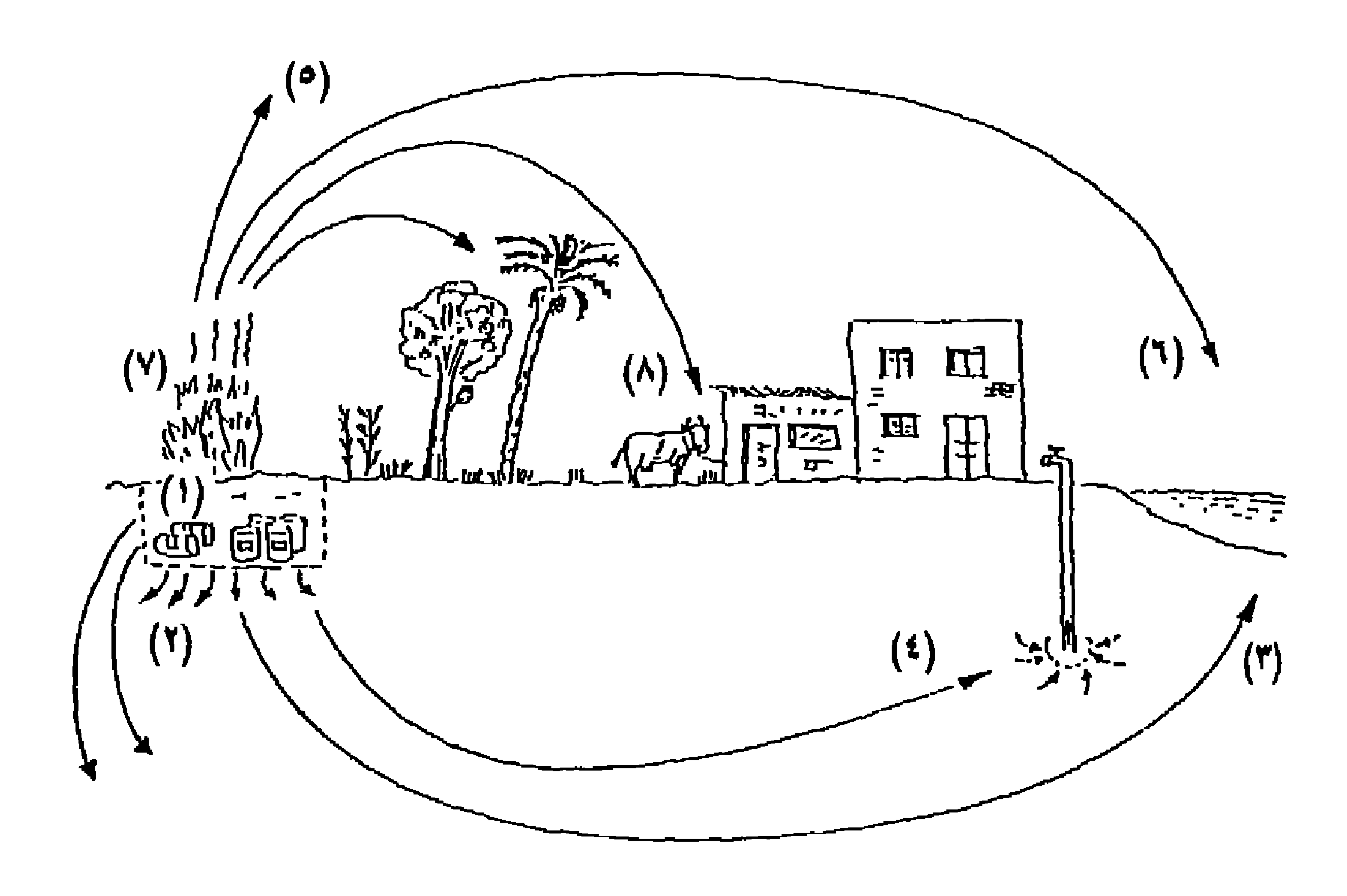
١ ـ *الذوبان فى الماء :*

يعد ذوبان أى مركب كيميائى فى الماء مقياسا لمدى توافره فى المياه ، وقدرته على التسرب بالرشح إلى شبكة الرى . ورغم أن ذوبان المبيد فى الماء يسهل من عملية تجهيزه لكى يستخدم سريعا لمكافحة الآفات المستهدفة ، فإن هذه الخاصية تؤدى أيضا إلى تجمع المبيد حول جذور النبات وامتصاصه مع

الماء ليصل إلى أنسجة النبات المختلفة ، حيث يترسب فيها بنسب متفاوتة ثم ينتقل إلى مستهلكي هذا النبات فيما بعد ليصيبهم بالضرر .

٢ ـ *خواص التربة :*

وجد أن تركيب التربة ودرجة مساميتها ، ونعومة حبيباتها ، ومحتواها العضوى والمائى ، إلى جانب درجة ادمصاصها (ميل حبيبات التربة لجذب المواد الغريبة على سطحها) يرتبط ارتباطا وثيقا بمدى بقاء المبيدات فيها ،



شكل (٨) : مسارات انتقال المبيدات فى البيئة

(١) عبوات المبيد ، (٢) رشح وتسرب إلى التربة العميقة ، (٣) تسرب إلى المجارى المائية ، (٤) تسرب إلى المياه الجوفية ، (٥) تطاير وانتقال مع الهواء ، (٦) ترسيب ، (٧) تعرض الإنسان للمبيد بصورة مباشرة (بواسطة الجلد والاستنشاق) ، (٨) تعرض الإنسان وحيواناته للمبيد بصورة غير مباشرة .

أو تسربها إلى الطبقات العميقة للتربة ، ومنهَا إلى المياه الجوفية . والتربة الطينية تحتفظبجزيئات المبيدات أكثر من التربة الرملية أو المخلوطة ، ولفترة أطول ، قبل أن تتسرب منها إلى الماء الجوفى .

٣ ـ *عمق المياه الجوفية :*

ويعنى بعد سطح التربة أو قربه من مخزون المياه الجوفية ، مما يؤثر على سرعة تسرب جزيئات المبيد وهروبها عن طريق المياه الجوفية ، وبالتالى انتقالها كملوث كيميائى يهدد البيئة المحيطة . كما يؤثر على تركيز المبيد ، فيقلل أو يزيد من فاعليته على الآفات المستهدفة فوق سطح التربة .

٤ ـ *عمليات الرى والأمطار :*

يقل تركيز المبيد بفعل مياه الرى والأمطار ، وبخاصة إذا كان قابلا للذوبان فى الماء . كما تؤدى حركة المياه إلى جرف حبيبات المبيد بعيدا عن الآفات المستهدفة . وتنتقل المبيدات ومخلفاتها مع المياه ، لتصل إلى المصارف والبحيرات ، والوديان المنخفضة حيث يتركز فيها المبيد ويصيبها بتلوث خطير .

٥ ـ *تطاير جزيئات المبيد :*

بعض المبيدات تعتمد فى سميتها على خاصية التطاير والانتشار بالتدخين أو التبخير أو التعفير ، إلى جانب أساليب الرش المألوفة ، مما يدفع بقطرات المبيد إلى الهواء الجوى الذى يحملها كما يحمل حبيبات التربة المشبعة بها إلى أماكن بعيدة ، حيث تتوزع عشوائيا على مساحات واسعة .

آثار للمبيدات فى أقاصى الأرض :

وجدت آثار لبعض المبيدات مثل مبيد الـ « د د ت » ، فى أسماك منطقة آلاسكا (فوق كندا) ـ وهى منطقة تبعد عن أقرب المدن هناك بحوالى ثمانين كيلومترا . وفى منطقة أخرى قريبة من الدائرة القطبية وتفصلها عن أقرب

المزروعات المعالجة بالمبيدات مئات الكيلومترات ، وجدت آثار الـ « د د ت » فى بيض وصغار دجاجة الماء ، وكذلك فى بعض النباتات المستوطنة هناك . كما وجدت مخلفات نفس المبيد فى زيوت الأسماك البحرية التى تعيش بعيدا جدا عن الشاطىء فى كل من الأمريكتين وأوروبا وآسيا ، ومن بينها أسماك الهاليبوت التى تقطن المياه العميقة فى المحيط الهادى ، وأسماك التونة التى تعيش فى مياه البحر المفتوحة . بل إن طيور البطريق (قرب القطب الجنوبى) وعجول البحر (قرب القطب الشمالى) ، ظهرت فى أجسامها متبقيات الـ « د د ت » . والمعروف أن الـ « د د ت » توقف إنتاجه وإطلاقه على المزروعات منذ سنوات فى معظم دول العالم ، نظرا لدرجة ثباته العالية وطول بقائه فى البيئة ، وخطورته هو وأمثاله على كافة الأحياء فى البيئة . لكن تبين أن ما تم إطلاقه من هذا المبيد يفوق ثلاثة ملايين طن منذ بدء استخدامه عام ١٩٤٣ ، مما ترتب عليه وجود مخلفات له فى كل مكان على سطح الأرض . وهذه المخلفات تشكل تهديدا خطيرا لعناصر البيئة من ماء وهواء ، وكائنات حية نباتية وحيوانية من بينها الإنسان . بل لقد رصدت آثاره فى لبن الأمهات ، حيث ينتقل إلى الأطفال الرضع ، مما يؤثر على صحتهم ويهدد نموهم ومستقبلهم .

ويتراكم الـ « د د ت » وغيره من مركبات الكلور العضوية فى الدهون داخل أجسام الحيوانات المعرضة . فمثلا ، بلغت تركيزات مبيد « الدايلدرين » ١١ جزءا فى المليون فى دهون بعض الأبقار ، وارتفعت إلى ١٣ جزءا فى المليون فى القشدة الناتجة منها ، مما يشكل خطرا على كل من يتناولها .

التلوث الثانوى بالمبيدات :

نظرا لطول ثبات مركبات الكلور العضوية وبطء تحللها ، فإنها تتراكم فى التربة عاما بعد عام . كما تبقى آثارها فى البيئة لعشرات السنين أحيانا ، وتنتشر بقاياها إلى أماكن لم تستخدم فيها أصلا ، بفعل وسائل الانتقال المختلفة كالهواء والمياه والكائنات الحية . بل إن جزيئات المبيد بعد إطلاقه ضد الآفات ، تعلق بحبيبات التربة ، ثم تنتقل حبيبات التربة الملوثة بالمبيد إلى

مناطق جديدة بفعل الرياح الشديدة والعواصف ، حيث تسقط مع الأمطار لتصيب هذه المناطق بتلوث ثانوى . فإذا التقطت الكائنات الحية فى هذه المناطق الجديدة ، مخلفات المبيد ، فإنها تنتقل مع سلاسل الغذاء حتى تصيب الطيور والثدييات فى أبعد الأماكن على سطح الأرض كما أشرنا من قبل .

ويقدر ما سقط من تلك المبيدات ، بهذه الطريقة ، على بعض المناطق فى أوروبا ـ خلال أوج استخدامها فى الستينيات ـ بعشرات الأطنان . وما لبثت تلك الكميات الهائلة من المبيدات أن وجدت طريقها إلى جميع الأراضى والمزروعات المكشوفة ، عن طريق التلوث الثانوى ، مما يمثل تهديدا خطيرا للحياة البرية فى كل أنحاء الدنيا ، قد يصل إلى حد تعريضها للانقراض .

بقايا المبيدات فى مياه الشرب :

من المشاكل الصحية الخطيرة الناجمة عن المبيدات ، وصول مخلفاتها لمياه الشرب التى هى عماد الحياة للإنسان والحيوان . فقد أظهرت التحاليل الدقيقة وجود متبقيات للمبيدات ، وبخاصة مركبات الكلور العضوية ، فى مياه الشرب ، حيث إن عمليات التنقية والمعالجة المألوفة للمياه لا يمكنها إزالة تلك المخلفات . وقد وجدت مؤخرا نسب متفاوتة من هذه المخلفات فى عينات مياه الشرب المأخوذة من عدة محافظات فى مصر ، تراوحت بين ٠٫٠٢١ و٠٫٠٥٤ جزء من المليون . كما لوحظ أن العينات المأخوذة من المناطق الريفية كانت نسبة المخلفات بها أعلى من المناطق المدنية ، ولوحظ أيضا أن مستوى المخلفات يعتمد على طبيعة مصدر المياه ، فعينات المياه الجوفية الموجودة على عمق ٥٠ مترا احتوت على نسبة أقل من مخلفات المبيدات بالمقارنة بعينات المياه القريبة من سطح الأرض (عند عمق ستة أمتار) أما عينات مياه النيل فاحتوت على نسبة ضئيلة من تلك المخلفات حتى بعد المعالجة (عمليات تنقية المياه) .

هذا فيما يتعلق بالمياه المعالجة التى يتناولها الإنسان ، لكن الحيوانات الأليفة وحيوانات المزرعة تشرب عادة من مياه المجارى المائية غير المعالجة ،

فتصبح أكثر عرضة للتلوث بمخلفات المبيدات . وقد اكتشفت لدى بعض الأحياء المائية ، مثل بعض الأسماك والقشريات ، حساسية فائقة لسموم المبيدات وغيرها من الملوثات الموجودة فى الماء ، مما يجعلها صالحة كمؤشرات بيولوجية تفيد فى تقدير حجم التلوث ونوعية الملوثات أيضا .

مبيدات فى الأغذية :

تخضع الأغذية والأنسجة الحية المختلفة لتحليل عينات منها لقياس نسبة مخلفات المبيدات بها ، ويتضمن ذلك الخضر والفاكهة ، والحبوب واللحوم والأسماك ، والألبان وأنسجة الحيوانات ، ومصل دم الإنسان ولبن الأمهات .

وقد تبين وجود نسب متفاوتة من مركبات الكلور العضوية ـ مثل « اللندان » والـ « د د ت » و « الألدرين » و« الدايلدرين » وغيرها ـ فى أنسجة الحيوانات مثل الكبد والكلى والعضلات ، لكنها كانت أعلى ما يمكن فى الأنسجة الدهنية . كما وجدت مخلفات هذه المبيدات بكثرة فى الألبان ومنتجاتها ، وبخاصة الزبد والمسلى ، وبنسبة أقل فى مسحوق اللبن . وظهرت نسب غير قليلة من تلك المخلفات فى الدواجن والبيض والأسماك ، كما اكتشف وجود نسبة عالية من نفس المبيدات فى علف الحيوانات والدواجن .

أما محاصيل الخضر والحبوب ، فقد احتوت على نسبة كبيرة من مخلفات مبيدات الكلور العضوية(*) .وقد ظهرت مركبات الكلور العضوية إلى جانب مركبات الفوسفور العضوية فى عينات من البطاطس ، بتركيزات أعلى منها فى المحاصيل الأخرى . حيث بالغ بعض التجار الجشعين فى معاملتها بالمبيدات حتى تتحمل التخزين لفترات طويلة ، مما أدى إلى انبعاث رائحة المبيدات السامة منها فى بعض الأسواق . وقد قامت السلطات المسئولة عن

(*) تجدر الإشارة إلى أن المستويات المختلفة لمخلفات المبيدات هنا كانت حول الحدود القصوى المسموح بها عالميا ، حسب دستور متبقيات الأغذية الذى وضعته منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) ومنظمة الصحة العالمية .

حماية صحة المستهلك بمصادرة كميات البطاطس المعروضة بالأسواق ، والتي وصلت لمئات الأطنان ، وإعدامها خلال صيف ١٩٩٧ ، واشتهرت آنذاك بالبطاطس المسممة .

أما مبيدات « الكاربامات » فقد وجدت بقاياها فى عينات من الخضر النامية فى الصوبات الزراعية كالخيار والطماطم والباذنجان ، وكانت أكثر تركيزا فى الخيار وخاصة خلال موسم الشتاء .

مخلفات المبيدات فى اللبن :

فى دراسة أجريت فى عدد من محافظات مصر ، لتتبع متبقيات المبيدات فى ألبان البقر والجاموس ، وكذلك فى لبن الأمهات ، ظهر مبيد الـ « د د ت » ونواتج تمثيله الغذائى فى كل عينات ألبان البقر والجاموس ، كما ظهر فى ٨٥٪ من عينات لبن الأم ـ حيث بلغت نسبته حوالى ١٢ جزءا فى المليون فى ألبان البقر والجاموس ، لكنها لم تتجاوز ١,٢٦ جزء فى المليون فى لبن الأم . وتبين وجود علاقة طردية بين نسبة المبيد ونسبة الدهون فى اللبن ، وهو ما يفسر ارتفاع نسبة المبيد فى لبن الجاموس الغنى بالدهون بالمقارنة بكل من لبن الأبقار ولبن الأم .

وللأسف تصل هذه المخلفات إلى مستهلكى الألبان من الأطفال الرضع وغيرهم ، وتتراكم فى أجسامهم مما يهددهم بالأمراض . وقد ظهرت هذه المتبقيات فى عينات من مصل الدم للأطفال بنسبة بلغت عشرة أمثالها فى دم الأمهات ، نظرا لقدرة جسم الأم على تخزين تلك المخلفات فى أنسجته الدهنية أو إفرازها مع اللبن . ومصدر كل هذه المخلفات هو الأعلاف والعلائق التى تتغذى عليها الحيوانات نتيجة رش المبيدات بطريقة عشوائية على حقول البرسيم والذرة وغيرهما ـ المجاورة لحقول القطن المصابة بالآفات .

المخلفات فى العسل :

أظهرت التحاليل الحديثة وجود متبقيات للمبيدات المختلفة فى عسل النحل ،

إذ تعلق جزيئات المبيد بشغالات النحل أثناء تغذيتها على رحيق الأزهار للنباتات المرشوشة . وقد يؤدى تراكم المبيد داخل الخلية إلى هلاك الشغالات ، أو يفرز فى مادة العسل والشمع وغيرهما من منتجات النحل . كما قد يتلوث العسل ببعض المبيدات المتخصصة فى مكافحة آفة النحل (الفاروا) ، أو الحُلَم(*) (الأكاروس) الذى يتطفل على النحل ويدمر خلاياه ، مما يؤثر على جودة العسل ويضر بصحة المستهلكين . ومن ناحية أخرى ، قد تؤثر مخلفات المبيدات الموجودة فى العسل على يرقات النحل مما يؤدى إلى تقليل أعداد أفراد النحل ، وخفض كفاءته فى إخصاب المحاصيل الزراعية التى تعتمد على النحل فى نقل حبوب اللقاح بين أزهارها ، فيقل إنتاجها لنفس السبب .

المخلفات فى الوجبات السريعة :

أظهرت التحاليل الدقيقة للأغذية والوجبات السريعة التى تعدها المطاعم أو الفنادق ، وحتى المستشفيات ، احتواءها على نسبة من مخلفات المبيدات تتفاوت من طعام لآخر . فالأطعمة الغنية بالدهون ، أو التى تطهى مع الدهون ، كشرائح اللحم الدسمة أو المقلية أو المسبكة أو المتبلة ، كان محتواها من متبقيات المبيدات الكلورية - مثل الـ « د د ت » و« الألدرين » وغيرهما - أعلى بكثير من اللحوم المشوية أو المسلوقة . وبالمثل احتوت الأغذية التى تقلى فى الزيت لفترات طويلة على كميات كبيرة من مخلفات المبيدات . ومن ناحية أخرى ، تبين ارتفاع تركيز المبيدات فى الأغذية ذات الأصل الحيوانى بالمقارنة بالأغذية النباتية كالبقول والحبوب والخضراوات . وبوجه عام ، كان المخ والكبد والطحال واللحوم الدسمة هى الأطعمة التى احتوت على أعلى تركيزات للمبيدات .

وفى حالة الأسماك ، فبالرغم من أنها تتعرض لتركيزات عالية من المبيدات فى المياه ، فإنها تتعامل معها بعدة وسائل . فبعض المخلفات يتراكم فى الدهون

(*) الحُلَم : مجموعة من القراديات المجهرية .

الموجودة تحت الجلد أو فى الكبد والأحشاء الداخلية ، والبعض الآخر يتخلص منه الجسم بإخراجه عن طريق الكليتين والخياشيم ، وتتبقى نسبة ضئيلة من المخلفات فى العضلات التى تؤكل . وعموما فالأسماك الدهنية ـ كالقراميط والثعابين ـ توجد بها نسبة أعلى من مخلفات المبيدات ، بالمقارنة بأنواع الأسماك الأخرى المعروفة .

عمليات تجهيز وتصنيع الأغذية وأثرها على المخلفات :

تتضمن عمليات تجهيز الأغذية : الغسيل والسلق والبسترة والتقشير وغيرها ، تبعا لطبيعة المادة الغذائية وطريقة إعدادها للاستهلاك .

وقد تبين بالتحليل أن الغسيل الجيد للفاكهة والخضر والحبوب واللحوم والأسماك فى المياه الجارية والنقية ، يزيل نسبة كبيرة ـ قد تصل أحيانا إلى ٥٠٪ ـ من مخلفات المبيدات الموجودة بها . وفى مصانع الأغذية ، توجد آلات خاصة لغسل المنتجات المختلفة لإزالة الملوثات منها ، وهى تستخدم لهذا الغرض محاليل منظفة أو رغوية .

أما عملية السلق فى الماء ، فتزيل حوالى ٥٠٪ من الـ « د د ت » ، وأكثر من ذلك من المبيدات الأخرى الموجودة على الخضراوات . لكن السلق فى البخار أو البسترة ، لا يزيل من المخلفات أكثر من ٣٪ فقط .

وتتيح عملية التقشير التخلص من نسبة عالية من المخلفات الملوثة للأغذية ، تصل إلى حوالى ٩٠٪ فى حالة تقشير البطاطس يدويا ، حيث تتركز المبيدات فى طبقة القشرة . وبالمثل فى حالة ثمار الموالح والموز والمانجو وغيرها من الفواكه ، وكذلك الخضراوات كالبطيخ والقرع ـ توجد أكبر تركيزات للمبيد فى طبقة القشرة بها ، وهى طبقة لا تؤكل لحسن الحظ .

ومن ناحية أخرى ، وجد الباحثون أن عمليات تجهيز العصائر والمربات وتقليبها تزيل كثيرا من المخلفات ، إذ تبين أن عصير الفواكه يحوى نسبة أقل من المخلفات بالمقارنة بثمار الفواكه الكاملة .

غير أنه يمكن القول بصفة عامة إن معالجة الخضراوات والفاكهة بكميات كبيرة من المبيدات ولفترات طويلة تمتد إلى ما قبل الحصاد مباشرة ، تسمح لمخلفات المبيدات باختراق طبقة القشرة والاستقرار فى الأنسجة الداخلية بنسب عالية ؛ مما يشكل خطرا على مستهلكى هذه الخضراوات أو الفواكه . وفى هذه الحالة لا تفيد عمليات الغسيل والتجهيز ، مهما بلغت درجة العناية بها ، فى التخلص من هذه المخلفات . وعليه يلزم عدم إجراء عمليات جمع المحاصيل الغذائية ثم عرضها فى الأسواق إلا بعد انقضاء فترة على المعاملة بالمبيدات . وبالنسبة للخضراوات الورقية كالسبانخ والملوخية والخس وغيرها ، فإن المبيدات تنفذ إلى داخل أنسجة أوراقها بعد مرور ساعة من المعالجة ، ولا تجدى عملية الغسيل فى إزالتها ، مما يستلزم الحيطة فى استهلاكها . وعليه يجب معرفة مصدر هذه الخضراوات وتجنب أكلها ، إذا ثبت أنها كانت مزروعة بالقرب من محصول القطن المعالج بالمبيدات . وبالمثل يلزم عدم تقديم الحشائش المرشوشة بالمبيدات أو القريبة من المحاصيل المعالجة بها ، لحيوانات المزرعة مما قد يؤدى إلى إصابتها بأضرار صحية خطيرة .

عمليات التبريد والتخزين وأثرها على المخلفات :

هناك عدد من المحاصيل يتم تخزينها لفترة قبل الاستهلاك تحت درجات حرارة منخفضة حتى لا تنشط الميكروبات وتقوم بتحليلها . وقد تعالج هذه المحاصيل أثناء فترة التخزين بالمبيدات المختلفة لمكافحة الحشرات أو الفطريات وغيرهما من الآفات المدمرة . فإذا كان قد سبق معالجتها بمبيدات أخرى قبل الحصاد ، فإن محتواها من السموم يصبح مضاعفا فى هذه الحالة .

وقد ثبت بالدراسة أن بعض المبيدات لا تتأثر بالتبريد ، وتبقى على مستواها بعد التخزين ، مثل مركبات الكلور العضوية . أما المبيدات الفوسفورية فتتفاوت درجة تحللها بالتبريد أو التخزين . وهناك مبيدات أخرى تتحلل عند درجات الحرارة العالية ، بينما تظل على ثباتها بالتبريد أو حتى التجميد . وفى حين تتأثر مخلفات بعض المبيدات بطول فترة تخزين بعض المحاصيل ، مثل

« الملاثيون » على التفاح والبلح ، و« اللانيت » على الذرة ، و« الكاربارِيل » على الفول ، فإن المخلفات على محاصيل أخرى لا ينخفض مستواها سواء بالتبريد أو بطول فترة التخزين ، كما فى الـ « د د ت » على الخضراوات وفى عدد من منتجات الألبان .

طرق ووسائل التخلص من مخلفات المبيدات :

نظرا للكميات الهائلة من المبيدات التى أنتجتها المصانع منذ الأربعينيات من القرن العشرين ، والتوسع فى إطلاقها فى البيئة ، أصبحت مشكلة التعامل مع مخلفاتها وتخليص مصادر البيئة منها مشكلة ملحة . ومع أن بعض المبيدات المعروفة بدرجة ثباتها العالية وبطء تحللها ، قد تم حظر إنتاجها وتداولها فى معظم دول العالم منذ عدة سنوات ، فمازالت بعض البلدان النامية تستخدمها لرخص أثمانها وشدة سميتها ضد الآفات . وفى نفس الوقت فإن الدول الصناعية تجدها فرصة سانحة للتخلص من مخزونها من هذه المبيدات ، وإهدائها لهذه البلدان النامية بلا مقابل . وقد تبقى كميات كبيرة من هذه المبيدات دون استعمال حتى تنتهى صلاحيتها أو تفقد مفعولها تدريجيا .

وهذه الكميات الهائلة من المبيدات تعتبرها منظمة « الفاو » قنابل زمنية موقوتة . إذ تعجز البلدان النامية عادة عن التخلص منها بالطرق الآمنة ، فينشأ احتمال لتسربها أو انتقال سمومها إلى الإنسان والبيئة حول أماكن تخزينها نظرا لعدم كفاية احتياطات التخزين فى تلك البلدان . وتشير تقارير الأمم المتحدة إلى أن بعض البلدان الإفريقية ، مثل المغرب والسودان والصومال وغيرها ، تعانى من هذه المشكلة .

ويتطلب حل هذه المشكلة اتخاذ إجراءات مكلفة ، لضمان سلامة البيئة وصحة الإنسان . أول هذه الإجراءات ، الحرق فى أفران خاصة فائقة الحرارة . وغالبا لا تتوافر ظروف الأمان من النواتج السامة لعملية الحرق إلا فى الدول الصناعية . وقد أمكن مؤخرا تصميم أفران حرق متحركة للعمل فى البلدان النامية التى تعانى من هذه المشكلة ، ومع ذلك فإن المنظمات

المسئولة عن الصحة والبيئة تشجع إعادة شحن هذه المبيدات القديمة إلى الشركات التى أنتجتها لكى تحرقها هى بمعرفتها ـ وهو ما حدث مؤخرا فى اليمن وزامبيا ، حيث أعيد شحن مئات الأطنان من المبيدات المخزنة فى كل منهما إلى البلدين المنتجين لها ، وهما بريطانيا وألمانيا على التوالى .

أما وسائل إزالة متبقيات المبيدات من البيئة ، فتشمل التحلل الضوئى الطبيعى ، حيث تعمل أشعة الشمس فوق البنفسجية والموجات الضوئية الأخرى على تفكيك بعض المركبات التى تجد طريقها إلى المياه السطحية ، أو تبقى فوق التربة بعد المعالجة بالمبيد . وهناك التحليل الميكروبى ، حيث تتمكن بعض ميكروبات التربة من تفكيك جزيئات المبيد ، وإزالة السمية فى سلسلة من التفاعلات البيوكيميائية .

الفصل الثامن

البدائل الآمنة للمبيدات

اتضحت بصورة قاطعة الآثار السلبية للمبيدات الكيميائية بعد سنوات طويلة من استخدامها لمكافحة الآفات المختلفة . إذ تراجعت فعاليتها بعد ما أظهرت الآفات مقاومة لها وقدرة على تحملها ، هذا فضلا عما جرته على الأعداء الطبيعية للآفات من تدمير وهلاك ، وما أحدثته من خسائر أخرى تتمثل فى تهديد التنوع البيولوجى ، وتعريض الحياة البرية للخطر ، وظهور أمراض جديدة لم تعرفها البشرية قبل اكتشاف المبيدات . لذلك كان لابد للعلماء أن يبحثوا عن وسائل جديدة لمكافحة الآفات ، وبخاصة الآفات الحشرية ، بحيث لا تضر بصحة الإنسان والبيئة . وتتضمن هذه الوسائل كلا من المكافحة الميكانيكية ، والبيئية أو الزراعية ، والحيوية ، والسلوكية ، والوراثية . ويتم التنسيق بين هذه الوسائل والنظم التشريعية السائدة فى نظام متكامل يعرف بـ « السيطرة المتكاملة على الآفات » . وفيما يلى نتناول بالتفصيل وسائل المكافحة المختلفة :

١ - المكافحة الميكانيكية :

وهى أبسط صور المكافحة وأقدمها ، حيث تُجمع الآفات أو كتل البيض الناتجة منها باليد ، ثم تعدم بالحرق أو بإلقائها فى محلول سام . كما يتم وضع حواجز أو شباك أو آلات شفط لصيد الحشرات الطائرة ، أو تقام عوائق تحول دون انتشارها على المحاصيل . أما الحشائش الضارة ، فهى تقطع أو تقتلع باليد أو بالآلات . وتنصب المصائد أو الفخاخ لصيد الآفات الكبيرة الحجم مثل

القوارض أو الطيور الضارة بالمحاصيل . كما تستخدم المصائد الضوئية بنجاح لمكافحة بعض الحشرات الطائرة والفراشات الليلية النشاط ، أو للحد من كثافة الإصابة بها فى الحقول .

لكن عائد هذا النوع من المكافحة لا يتناسب مع قيمة الجهد والوقت اللازمين لها ، كما أنها غير مجدية مع التوسع الزراعى أو العمرانى فى الوقت الحاضر .

٢ - المكافحة البيئية أو الزراعية :

وتعنى تعديل الظروف البيئية حتى تصبح غير مناسبة لبقاء الآفة أو تكاثرها ، وذلك من خلال تغيير درجة الحرارة أو الرطوبة أثناء التخزين بالتبريد والتجفيف مثلا ، أو الحد من مصادر الغذاء المتاحة للآفة ، أو توفير الظروف المناسبة لانتشار الأعداء الطبيعية للآفة . ويتحقق ذلك عمليا عن طريق تنظيم مواعيد الزراعة ، والتسميد والرى والحصاد ، واتباع الدورات الزراعية التى يتم فيها تغيير المحاصيل المنزرعة دوريا حتى لا تهاجمها الآفات المتخصصة ، وترك مسافات مناسبة بين الشتلات ، والتخلص من بقايا المحاصيل حتى لا تصبح وسيلة لانتقال الإصابة بالآفات ، وبخاصة عند استخدام السماد البلدى ، وزراعة صفوف من الأشجار حول حقول المحاصيل لتعمل كعوازل أو مصدات ضد غزو الآفات ، كما تهيىء بيئة صالحة لنشاط أعدائها .

ومن بين طرق المكافحة البيئية اختيار المحاصيل المناسبة التى تتلاءم مع ظروف البيئة وطبيعة التربة ، مما يؤدى إلى نمو نباتات صحيحة ولديها مناعة طبيعية ضد الآفات . ففى سوريا مثلا ، تبين أن زراعة الجوز فى أراض طينية أو طفلية غير مسامية يعرض المحصول لآفات متنوعة ، بينما لو تمت زراعته فى تربة نصف رملية فإنه ينمو ولديه مقاومة طبيعية أكثر فعالية ضد الآفات . ويعرف ذلك بتحسين الحالة الفسيولوجية للنبات .

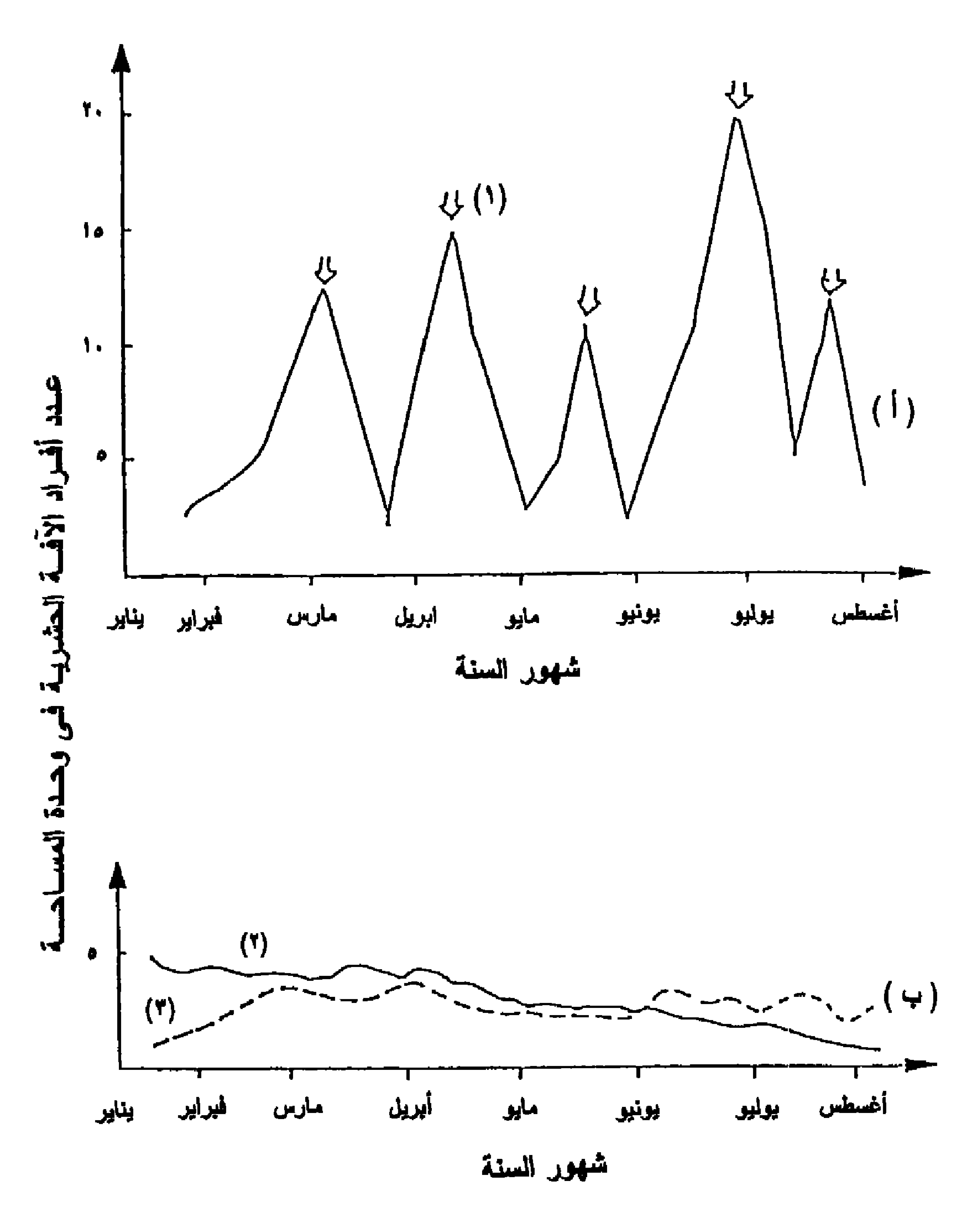
٣ - المكافحة الحيوية (البيولوجية) :

وتعتمد هذه الطريقة على إطلاق كائنات حية مفترسة أو طفيلية أو مرضية أو منافسة للآفات المختلفة لكى تحد من أعدادها بصورة طبيعية . وقد تم التوصل بالفعل إلى أكثر من ٣٠٠ نوع من الكائنات الحية تستخدم فى هذا النوع من المكافحة ، منها الطيور والعناكب والحشرات المفترسة التى تستخدم لمكافحة الحشرات والحشائش الضارة وغيرها ، هذا إلى جانب أنواع من الفطريات والبكتريا .

ومن مميزات المكافحة الحيوية (البيولوجية) أنها غير سامة لعناصر البيئة ، علاوة على أنها تتجه نحو الآفات المستهدفة دون سواها . وبمجرد طرح عدد مناسب من أفراد العدو الحيوى أو الطبيعى المستخدم فى المكافحة فى بداية العملية ، فإنه يستمر فى التزايد للقضاء على الآفة ذاتيا (شكل ٩) . وليس هناك أى احتمال لأن تُظهر الآفة نوعا من المقاومة الوراثية ضد أعدائها الطبيعية ، لأنها هى والعدو الطبيعى لها يتطوران معا وبشكل متواز . لكن هذه الأعداء الحيوية عادة ما تكون أكثر حساسية للمبيدات من الآفات ، لذا يجب حمايتها وإعطاؤها الفرصة لتحدث نتائجها الإيجابية فى تقليل أعداد الآفة ، رغم أن مفعولها أبطأ من مفعول المبيدات السريع .

ومن أمثلة المكافحة باستخدام الكائنات الحية المفترسة ، حشرة « أبو العيد » المعروفة ، حيث يتم إطلاقها على حشرات المن للحد من سرعة تكاثرها على المحاصيل الزراعية . وتقوم حشرات « أبو العيد » بالتهام أعداد كبيرة من المن فى وقت قصير .

ومنذ أواخر القرن التاسع عشر بدأ استخدام حشرات « أبو العيد » النافعة فى مكافحة العديد من حشرات المن ، والبق الدقيقى فى بعض دول العالم ، ومنها مصر . وقد تم إنشاء مركز متخصص لبحوث الطفيليات والمفترسات بوزارة الزراعة ، يعمل على استيراد هذه الأعداء الحيوية من مواطنها الأصلية وتربيتها وإكثارها تحت ظروف معملية ، تمهيدا لإطلاقها فى الحقل



شكل (٩) : (أ) تزايد أعداد الآفة مع المكافحة الكيميائية ، (ب) تناقص أعداد الآفة مع المكافحة البيولوجية .

(١) مرات تطبيق المبيد ، (٢) أعداد الآفة ، (٣) الأعداء الحيوية

ضد آفات حشرية متعددة ، مثل ديدان القطن وثاقبات القصب والذرة ، وذبابة الفاكهة والحشرات القشرية ، إلى جانب المن والبق الدقيقى .

أما التطفل ، فيعنى إطلاق حشرات أو ديدان خيطية معروفة بتطفل يرقاتها على آفة حشرية بعينها ، حيث تضع الأنثى بيضها فى جسم الآفة ، وبعد فترة يفقس البيض وتخرج يرقات صغيرة تتغذى على الآفة الحشرية وتهلكها . وبعد ذلك تنمو اليرقة المتطفلة وتتحول إلى دودة بالغة أو حشرة كاملة تطير لتتغذى برحيق الأزهار ، ثم تبدأ فى وضع البيض بنفس الطريقة السابقة ، وتعيد دورة الحياة متطفلة على أفراد جديدة من الآفة الحشرية ، فتحد من تكاثرها وتقضى عليها .

٤ ـ المكافحة الميكروبية :

من الوسائل الحيوية للمكافحة استخدام ما يعرف بالمبيدات الميكروبية لإصابة الآفات بالأمراض الفتاكة ، حيث يتم إطلاق عدة أنواع من الكائنات المرضية الدقيقة ، مثل البكتريا والفطريات والفيروسات ـ بعد إكثارها فى مزارع خاصة ـ لإحداث العدوى لآفات معينة ، مما يؤدى إلى موتها أو تهيئتها للافتراس أو التطفل .

ومن أشهر أنواع البكتريا المستخدمة فى هذا الغرض ، « باسيلاس ثرنجنسس » ، وهى تعمل ضد العديد من الآفات الحشرية بسهولة ونجاح ، كما أنها لا تؤثر على الأعداء الحيوية أو الثدييات . ويتم استخدام هذه البكتريا حاليا كمبيد حيوى تجارى فى صورة مسحوق جاف سهل التطبيق .

كما تستخدم الفطريات فى مكافحة أنواع من حشرات الحفار والخنافس والمن ، حيث تلامس جراثيم الفطر جسم الحشرة ، ثم لا تلبث أن تنمو مكونة خيوطا تخترق الحشرة لتصيبها بالمرض ، وخاصة فى المناطق العالية الرطوبة أو الصوب المغلقة .

أما الفيروسات فتستخدم ضد عدد من الآفات الحشرية (ومنها ديدان

القطن) وذلك بتجهيزها أولا على شكل معلق ثم رشها على غذاء الحشرة ، فتصيبها بمرض قاتل . كما تنتقل العدوى الفيروسية من حشرة لأخرى عن طريق الملامسة .

ومن الأساليب الأخرى للمكافحة الميكروبية استخدام التوكسينات (المواد السامة) التى تنتجها الميكروبات المختلفة ضد الآفة مباشرة ، أو استخدام حشرات مريضة ، تم إحداث العدوى بها معمليا ، ثم إطلاقها فى الحقل لتصيب الحشرات السليمة بالمرض الفتاك .

كما قد تستخدم بعض المبيدات الميكروبية إلى جانب بعض المبيدات الكيميائية أو أنواع من الأعداء الحيوية (مفترسات أو طفيليات) ضد بعض الآفات حيث يؤدى تأثيرها المشترك إلى القضاء على الآفة . فتبدأ المبيدات الميكروبية بإصابة الآفة بالعدوى المرضية ، أو تصاب بالتسمم بفعل المبيدات الكيميائية - التى تستخدم بجرعات مخففة حتى لا تترك آثارا ضارة بالبيئة - ثم يتم إدخال الأعداء الطبيعية فى الوقت المناسب ، وبخاصة فى وجود الميكروبات المرضية للآفة ، حيث يؤدى ذلك إلى زيادة حساسية الآفة للعدوى بالميكروب أو للتسمم بالمبيد .

ويشترط لنجاح هذه الوسائل الحيوية أن تكون متخصصة ضد آفات بعينها ، مع عدم تحولها هى نفسها إلى آفة أو ناقل لأى مرض لأى من الأنواع الحية النافعة فى البيئة ، وأن تتوافر لديها القدرة على البقاء فى البيئة وتحمل ظروفها جنبا إلى جنب مع الآفة ، بما يضمن فعاليتها ضدها ، وأن يسهل إكثارها فى المعمل وإعدادها للاستخدام فى الوقت المناسب .

٥ - المكافحة السلوكية :

وتتضمن هذه الوسيلة استخدام عدد من المركبات الكيميائية ، أو المواد الطبيعية التى تؤثر على الآفة الحشرية وتغير من سلوكها الغذائى أو التناسلى ، أو تعطل نموها وتطورها الطبيعى ، فتحد من أعدائها وتهلكها . ومن تلك المركبات أو المواد ما يلى :

(أ) **مخاليط المبيدات** : حيث يتم خلط مبيدين أو أكثر بنسب محددة بغرض مكافحة أكثر من آفة معا ، أو زيادة الأثر السام ضد الآفة مع اختصار زمن المكافحة ، أو الحد من مقاومة الآفة للمبيد . كما قد يضاف مركب منشط لمفعول المبيد ضد الآفة ، بغرض رفع كفاءة جرعة منخفضة منه ، أو لإبطال تحلله بجسم الآفة . ويشترط لنجاح هذه الطريقة تحديد التركيز الفعال لمخاليط المبيدات أو المنشطات والوقت المناسب للتطبيق .

(ب) **المواد الطاردة أو مانعة التغذية** : تستخدم المواد الطاردة لمكافحة الحشرات التى تهاجم الإنسان أو الحيوان أو النبات . وذلك باستخدام مركبات كيميائية متطايرة ، تعمل أبخرتها على طرد الحشرات بعيدا عن مصادر غذائها التى تنجذب إليها طبيعيا . وقد تجهز هذه المواد فى صورة محاليل يتم رشها على النباتات أو بالقرب من المحاصيل ، أو تطلى بها أجزاء من جسم الإنسان وملابسه ، أو أجسام الحيوانات الأليفة ؛ لحمايتها من لسعات الحشرات الناقلة للأمراض . وتعمل هذه المجموعة من المواد بصفة عامة على استثارة الحشرة عصبيا ، فتهرب من المنطقة المعالجة ، ثم لا تلبث أن تموت جوعا إذا لم تجد عائلا آخر .

أما مانعات التغذية ، فهو مواد كيميائية تعمل على منع الآفة من التغذية على عائلها النباتى ، فتموت جوعا ، وليس بسبب التسمم كما فى حالة المبيدات الكيميائية . ومع ذلك فإن التركيزات المنخفضة لبعض المبيدات لها مفعول مماثل فى منع الحشرة من التغذية حتى تموت من الجوع . كما توجد مستخلصات نباتية مثل الزنزلخت أو النيم ، تعمل على طرد بعض الحشرات ومنعها من التغذية ، ويمكن خلطها بالمبيدات فتزيد من فعاليتها وتقلل من أضرارها .

(جـ) **المواد الجاذبة** : وهى مواد طبيعية تفرزها الحشرات وتعمل على توجيه جماعات الحشرة إلى سلوك معين . ومن أهم هذه المواد ما

يعرف بالفيرومونات التى تفرزها غدد جلدية أو خارجية بالحشرة ، وتنبه بها أفراد نفس النوع إلى اتخاذ سلوك معين ، مثل التجمع أو التغذية أو التزاوج أو تجنب خطر مفاجىء .. الخ . ومن أشهرها الفيرومونات الجنسية ، التى تفرزها غالبا إناث الحشرات من غدد موجودة بمنطقة البطن عند نهاية الجسم . وتطلق الفيرومونات الجنسية بعد النضج الجنسى عادة ، كدعوة للتزاوج ، حيث تستقبلها الذكور بواسطة شعيرات حسية موجودة على قرون الاستشعار ، ثم تستجيب متحركة ضد اتجاه الريح ، بحثا عن المصدر الذى يزداد فيه تركيز الفيرومون بقرب الإناث . وتصل حساسية ذكور بعض الحشرات لهذه الفيرومونات إلى حد استقبالها وهى على مسافة عدة كيلومترات من الإناث التى تفرزها . وبمحاكاة هذه المواد صناعيا ، يمكن نقل رسالة لجماعات الحشرة ، بحيث تنجذب للمصايد المعدة لجمعها .

أما فيرومونات التغذية فهى مواد طبيعية ، توجه جماعات الحشرة نحو العائل النباتى أو الحيوانى عن طريق حاسة الشم . ويمكن تقليدها صناعيا وخلطها بمواد سامة ، للإيقاع بالحشرات التى تظنها غذاء طبيعيا .

وهناك فيرومونات تحدد بها الإناث أماكن وضع البيض ، وأخرى تحفز أفراد الحشرة على الطيران أو الهجوم ، وثالثة تساعد الحشرات على اقتفاء الأثر ، وهكذا .

وإجمالا ، فإن هذه المواد الجاذبة تفيد فى الكشف عن كثافة جماعات الآفة الحشرية ، وجذبها لإبادتها جماعيا بالمصايد والطعوم السامة ، أو تغيير سلوكها ، بحيث تكف عن التزاوج أو التغذية أو وضع البيض . وهى مواد متخصصة ، لا تؤثر فى غير النوع المستهدف من الحشرات .

وقد أظهرت هذه الوسيلة نجاحا ضد ديدان القطن ، حيث يتم تجهيز فيرومونات تستخدم عن طريق الرش ، أو توضع فى كبسولات أو رقائق تنطلق منها فيرومونات طويلة المفعول ، تعمل على الحد من أعداد الحشرة ، وتهيىء الفرصة لزيادة أعدائها الطبيعية .

(د) **منظمات النمو** : وهى مواد طبيعية تتداخل مع بعض العمليات الحيوية فى جسم الحشرة خلال طور اليرقة ، بحيث تبقى على حالتها اليرقية دون أن تتحول إلى الطور البالغ . وتعرف هذه المواد « بهرمونات الصبا أو الشباب » ، حيث تتسبب فى حدوث خلل فى عملية النمو والانسلاخ يؤدى إلى إنتاج حشرات شاذة الشكل ، لا تلبث أن تموت بعد فترة قصيرة . وقد أمكن عزل بعض هذه الهرمونات فى بعض الحشرات . كما أمكن صناعيا تخليق بعض المركبات المشابهة لتلك الهرمونات ، تستطيع التخلل فى جسم الحشرة ، حيث توقف تحولها للطور البالغ ، كما يحدث نمو غير طبيعى للجلد مع ظهور أطوار وسطية من الحشرة ، بين اليرقة والعذراء والحشرة الكاملة . وتزداد فاعلية هذه المركبات بصورة خاصة على الطور اليرقى الأخير أو الحورية أو العذراء ، حيث يتوقف نمو الحشرة عند هذه الأطوار ثم تموت . كما تعمل هذه المركبات على إضعاف القدرة على التكاثر ، أو تُحدث عقما كاملا لإناث الحشرات أو ذكورها . كما ثبتت فاعلية هذه المركبات أيضا فى وقف نمو وتطور البيض ، وقدرتها على التأثير فى فترة سكون الحشرات بحيث تدفعها إلى الخروج منها واستئناف النشاط فى الموسم غير المناسب لها فتموت .

ومازال الكثير من هذه المواد قيد الدراسة ، لتحديد تركيبه الكيميائى وتحضيره بطرق اقتصادية ، ولضمان فعاليته ، خاصة أن الحشرات لديها القدرة على إزالة هذه المواد عقب انتهاء وظيفتها خلال الأطوار غير البالغة .

(هـ) **مثبطات التطور** : وهى مركبات تحول دون تكوّن مادة الكيتين التى

يتركب منها جلد الحشرة ، فتفشل بالتالى فى بناء غطاء الجسم الذى يقيها من المؤثرات الخارجية . كما تعمل هذه المركبات على تثبيط حركة العضلات المسئولة عن نزع الجلد القديم للحشرة خلال عملية الانسلاخ ، مما يؤدى إلى موت الحشرة . كذلك فهى تصيب عضلات اليرقة بالشلل ، فلا يمكنها الخروج من البيضة . وقد ثبت أيضا أن هذه المركبات تؤثر على كفاءة التناسل وتسبب العقم لبعض الحشرات . وتضاف حاليا بعض هذه المركبات إلى بعض المبيدات ، لزيادة فاعلية الأخيرة ، وإنقاص مقاومة الحشرات لها .

وتمثل منظمات النمو ومثبطات التطور الهرمونية ، الجيل الثالث من المبيدات . وهذه المبيدات تتميز بنشاطها البيولوجى المتخصص إلى جانب تحللها سريعا ، كذلك فهى تعد آمنة بيئيا بالمقارنة بالمركبات الكيميائية التى تمثل الجيلين الأول والثانى للمبيدات . وكما سبق القول فإن للمبيدات الكيميائية آثارا سيئة على البيئة وما فيها من مصادر طبيعية غالية . ذلك أنها غالبا مركبات واسعة المدى فى السمية ، حيث تعمل آلياتها على وقف النظم الحيوية لجميع طوائف عالم الحيوان بشكل متماثل أو متقارب . ولذلك فإن مفعولها السمى يصيب الجهاز العصبى للحشرات ، بنفس الطريقة تقريبا التى يصيب بها الجهاز العصبى للثدييات والإنسان ، فيعم الضرر الجميع ولكن بنسب متفاوتة .

٦ - المكافحة الوراثية :

وتتضمن الوسائل التى تعمل على وقف التكاثر أو تصيب أفراد الآفة بالعقم نتيجة حدوث تغيرات وراثية أو طفرات مميتة تعطل عملية إنتاج الأمشاج (الخلايا الجنسية) . ومن هذه الوسائل ما يلى :

(أ) **التعقيم بالإشعاع** : حيث يتم معمليا تعريض ذكور الآفة الحشرية لجرعات مناسبة من أشعة جاما ، المنبعثة من أحد النظائر المشعة

فتصيبها بالعقم ، ثم تطلق الذكور العقيمة فى الحقل لكى تتزاوج مع الإناث الطبيعية غير العقيمة ، فتنتج بيضا غير مخصب لا يفقس . وبذلك تنخفض أعداد الحشرة تدريجيا حتى تتلاشى خطورتها . كما يُحدث الإشعاع طفرات جسمية للحشرة ، ويسبب لها خللا وظيفيا يؤدى إلى المرض والموت .

(ب) **التعقيم بمواد كيميائية :** وهو يعمل على خفض القدرة التناسلية للحشرة أو تعطيلها ، حيث يوقف عملية الانقسام وإنتاج الخلايا الجنسية ، نتيجة تدميره لبعض الكروموسومات ، مثلما يفعل التعقيم بالإشعاع ، فتنتج طفرات مميتة تسبب موت الزيجوت أو الجنين . ويوجد من هذه المواد ما هو متخصص فى إحداث العقم فى الإناث أو فى الذكور . ويمكن إجراء التعقيم فى الحقل بجذب الحشرات إلى مصائد تحوى طعوما بها معقمات كيميائية .

لكن هذه المركبات قد تسبب الضرر للإنسان والحيوان ، بما تحدثه من طفرات وراثية وتأثير مسرطن مشابه لما يحدث فى الحشرات ، وعليه ينبغى الحذر فى استخدامها .

والمزج بين المعاملة بالإشعاع واستخدام تركيزات منخفضة من بعض المبيدات له تأثير إيجابى على عملية المكافحة ، حيث تزداد حساسية الحشرات لتلك المبيدات بعد المعاملة بالإشعاع .

برامج السيطرة المتكاملة على الآفات :

وتشمل هذه البرامج الاستفادة القصوى من الظروف الطبيعية المحيطة بالآفة فى عملية المكافحة ، مثل عوامل البيئة والأحوال الجوية والأعداء الطبيعية ، بالإضافة إلى الاستعانة بالوسائل الحيوية أو السلوكية أو الوراثية وغيرها ـ كل هذا فى نظام متكامل يضمن التحكم فى أعداد الآفة والسيطرة عليها ، لتبقى تحت حد الخطر ، مع عدم اللجوء إلى المبيدات الكيميائية إلا فى أضيق الحدود ، وبشرط مراعاة الدقة فى اختيار نوعية تلك المبيدات

وتركيزاتها ، وأماكن وأوقات تطبيقها ، لكى تتعاظم فعاليتها ضد الآفة المستهدفة .

وتضع هذه البرامج البعد البيئى والاقتصادى فى بؤرة اهتمامها خلال عمليات المكافحة ، عن طريق الاستفادة بكل القوى والوسائل الطبيعية المتاحة فى البيئة لمحاربة الآفات . ومن هذه الوسائل الطبيعية : رفع مناعة النباتات أو العوائل الحيوانية ضد الإصابة بالآفات ، واستخدام تكنولوجيا الهندسة الوراثية ، وانتخاب سلالات نباتية وحيوانية أكثر مقاومة للآفات ، إلى جانب ترشيد استخدام المصادر المتاحة من المياه والأسمدة ، وتنظيم مواعيد الخدمة الزراعية والحصاد .. الخ . يضاف إلى هذا ، استخدام الوسائل الممكنة لحرمان الآفة من البيئة المناسبة لها عن طريق التخلص من القمامة ومخلفات المحاصيل وبقايا الحشائش .

ومن أجل تحقيق أهداف هذه البرامج ، لابد من توافر معلومات دقيقة حول مدى انتشار الآفة وكثافتها ، إضافة إلى معرفة سلوكها ودورة حياتها وظروفها المحيطة وحالة الأعداء الطبيعية .. إلى آخره ، فيما يعرف « بوسائل التعرف والتحذير » ، وذلك عن طريق استخدام المصائد الضوئية أو مصائد الفيرومونات ، ثم يتم تحديد أنسب أساليب المكافحة والتوفيق بين عناصرها ، وهى تتضمن استخدام مبيدات متخصصة وبتركيزات مخففة ، مع تجنب الإسراف أو التوسع فى تطبيقها ، أو استخدام مخاليط منها ، أو تطبيقها فى دورات غير محسوبة ، حتى لا تكوّن الآفة مقاومة وراثية لها .

وهذه البرامج من شأنها أن تضمن حماية البيئة والأحياء والتربة والمياه من الأضرار . ورغم أن هذه البرامج تتطلب خبرة عالية لتحديد أنسب وسائل المكافحة لكل محصول على حدة ، ولكل منطقة بعينها ، فهى لا تصلح لكل المناطق فى نفس الوقت ، مما يزيد من تكلفتها على المبيدات التقليدية ، إلا أنها بلا شك هى الأصلح على المدى الطويل .

الفصل التاسع

الوقاية من خطر المبيدات

المبيدات بشتى أنواعها هى مركبات سامة للآفات ولغيرها من الكائنات الحية فى البيئة . وتتفاوت درجة السمية حسب نوع المبيد وتركيزه وطريقة الاستخدام .

ويقتضى التعامل مع تلك المركبات سواء فى الحقول أو المنازل أو غيرهما ، اتباع أقصى درجات الحيطة والحذر من أجل الوقاية من التعرض لها والتسمم بها ، وما يتبع ذلك من مضاعفات مرضية خطيرة .

وتشير الإحصائيات العلمية إلى أن التسمم بالمبيدات أمر شائع الحدوث فى بلدان العالم الثالث ، بالمقارنة بالدول الصناعية - ولا يعزى ذلك إلى سوء ظروف العمل بهذه البلدان بقدر ما يعزى إلى سوء تداول واستعمال تلك السموم فى هذه المجتمعات النامية التى تنتشر فيها الأمية والفقر . وقد وصل الحال فى بعض هذه المجتمعات إلى حد بيع بعض المبيدات فى المتاجر جنبا إلى جنب مع الأغذية وأصناف البقالة المعتادة . وهى قد توضع فى أية أوعية متاحة للمزارعين بلا تحفظ ، ثم يعاد استخدام تلك الأوعية فى نقل المياه أو الحبوب التى يتناولها الإنسان . بل إن هناك من يستخدم أوانى وعلب المبيدات الفارغة فى أغراض مختلفة فى المنازل ، دون وعى أو إدراك بخطورتها .

وينادى خبراء الصحة والبيئة فى العالم بضرورة الالتزام بالقواعد والقوانين المنظمة لتداول المبيدات واستخدامها ، نظرا لخطورتها الشديدة على الصحة ، خاصة مع تزايد تبادلها بين الدول المختلفة ، وعدم اقتصار سميتها على بلد

دون الآخر . ويدعو هؤلاء الخبراء إلى وقف إنتاج المبيدات الخطيرة واللجوء للوسائل الأخرى الآمنة لمكافحة الآفات .

ورغم أنه تم بالفعل حظر إنتاج العديد من أنواع المبيدات الخطيرة فى كثير من الدول الصناعية(*) ، فإن الشركات المنتجة تلجأ إلى حيلة ذكية لضمان استمرار إنتاجها فى بلدان العالم الثالث ، حيث تقوم بإمداد بعض هذه البلدان بمكونات المبيد الكيميائية لكى يتم تجميعه بمصانعها ، ثم يعاد تصديره لبلدان أخرى لم يحظر استخدامه أو تداوله فيها . والأمر المؤسف أن عمال المصانع فى تلك البلدان لا يشملهم أى نظام للتأمين الصحى ، ومحرومون من الرعاية الصحية التى تحميهم من مخاطر عمليات خلط المبيد وتركيبه وتجهيزه ، مما يعرضهم للعديد من حالات التسمم .

وفى ضوء كل هذه المخاطر المرتبطة بالمبيدات - تزايدت دعوة الهيئات والجمعيات المهتمة بسلامة الإنسان والبيئة إلى الحد من استخدامها ، والتحول إلى برامج السيطرة المتكاملة على الآفات . حتى أن عددا من الدول الأوروبية قد بادر بتقليل استخدام المبيدات بنسب كبيرة ، كما فرض الضرائب المرتفعة عليها ، وخصص حصيلتها لتمويل البحوث العلمية ودعم برامج زيادة الوعى للتحول إلى بدائل آمنة لمكافحة الآفات . كما شنت بعض بلدان شرق آسيا حملة شديدة ضد المبيدات الكيميائية ، وحظرت استخدام العديد منها على محصول الأرز ، ودربت مزارعيها على برامج المكافحة المتكاملة .

ووقاية الأفراد والمجتمعات من خطر المبيدات تتم باتباع ما يلى :

(*) جاء ذلك بعد سلسلة من الحملات الإعلامية الشرسة للتنديد باثنى عشر مركبا من مركبات الكلور العضوية الخطيرة (على رأسها الـ « د د ت » و « الألدرين » و « التوكسافين ») أطلق عليها اسم « الدستة القذرة » (Dirty Dozen) لشدة سميتها للإنسان والبيئة . وحاليا زاد العدد على ذلك كثيرا بانضمام مجموعة جديدة من المبيدات العشبية والحشرية والفطرية الخطيرة .

١ - **ضوابط إنتاج المبيدات واستخدامها** : يوجد حاليا دستور خاص بالمبيدات صدر عام ١٩٨٥ عن منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) وحظى بتأييد منظمة الصحة العالمية ، وهو يلزم الدول المختلفة بوضع التشريعات والقوانين المنظمة لإنتاج المبيدات وتجهيزها وتوزيعها ، بما يضمن حماية البيئة بصفة عامة ، وعمال مصانع المبيدات والزراع والمستهلكين بصفة خاصة ، من أخطارها . ويقتضى ذلك تسجيل اسم المبيد والشركة المنتجة له ، وتركيبه الكيميائى ومكوناته الفعالة ، ودرجة سميته على الآفة ، مع إيضاح آثاره الجانبية على الإنسان والحيوان ، ومدة فعاليته ، ودرجة ثباته أو بقائه فى البيئة ، ومواصفات التجهيز وطرق الاستخدام الخاصة به ، ثم وسائل الوقاية منه والإسعافات السريعة ، مع وجود شهادة تثبت تطبيقه فى البلد المنتج - لو كان المبيد مستوردا .

٢ - **تقييد التجارة فى المبيدات الخطيرة** : حيث توجد حاليا قيود متعددة تفرضها منظمة « الفاو » على حركة تصدير واستيراد تلك المبيدات عالميا ، تتضمن عدم دخولها إلى المناطق التى لاتوجد رقابة فيها على طرق تخزين المبيدات أو توزيعها واستخدامها . ومع ذلك توجد قوى خفية تدفعها مصالحها الخاصة ، إلى تنشيط عمليات بيع وشحن المبيدات غير المسجلة أو المحظورة فى بلادها ، إلى بلدان العالم الثالث تحت أسماء تجارية زائفة أو مضللة ، وهى تتعمد عدم ذكر اسم المبيد ومكوناته وطبيعته السمية ، واسم بلد المنشأ والشركة المصدرة .. وغير ذلك من البيانات الهامة التى يجب أن تتضمنها وثائق التصدير . وإزاء ذلك يجب وضع إجراءات صارمة لتحديد حركة هذه المبيدات الخطيرة والمجهلة ، وحظر استخدامها ما لم تكن مطبقة فى بلد المنشأ .

٣ - **تنظيم نقل وتخزين المبيدات الخطيرة** : ينبغى توخى الحذر والحيطة الكاملة عند رفع عبوات المبيدات الخطيرة وشحنها ، مع التأكد من سلامة العبوات وإحكام غلقها ، حتى لا يتسرب منها المبيد خلال عمليات النقل

من المصانع أو الموانيء إلى مناطق الاستقبال أو التخزين . وهناك مواصفات خاصة يجب توافرها فى مخازن المبيدات ، منها أن تكون بعيدة عن مصادر الغذاء والمياه ، وعن متناول الأطفال والحيوانات الأليفة ، وأن تكون جيدة التهوية منخفضة الحرارة والرطوبة ، ومزودة بوسائل الحماية من التسرب أو الحريق ، مع ضرورة توافر مصادر مائية للغسيل ، ولإزالة الملوثات الناتجة عن النقل والتخزين . كذلك يجب الحرص على أن تكون بيانات المبيد مدونة على كل عبوة ، مع عدم تفريغ العبوات فى أوعية أخرى إلا للضرورة القصوى ، كما يجب الفصل بين أنواع المبيدات المختلفة خلال التخزين ، حتى لا تحدث تفاعلات فيما بينها ، قد تؤدى إلى نشوب حرائق أو انفجارات أو تسرب غازات سامة بالمنطقة .

٤ - **التخلص من المبيدات القديمة أو منتهية الصلاحية بالطرق الآمنة :** تقل فاعلية المبيدات فى ظروف التخزين السيئة ، كارتفاع درجة الحرارة أو الرطوبة أو عندما تتعرض أوعيتها للتلف . وقد تتراكم كميات كبيرة منها دون استعمال فى بعض البلدان النامية ، وتظل مخزنة لفترات طويلة ، مما يسبب مشكلة فى كيفية التعامل معها أو التخلص منها . وتقوم بعض الهيئات الدولية بمساعدة تلك البلدان فى إعادة شحن هذه الكميات الضخمة من المبيدات القديمة إلى بلد المنشأ ، حيث تستقبلها الشركات المنتجة وتتعامل معها بأنسب الطرق ، إما بالحرق فى أفران خاصة فائقة الحرارة ، أو بإعادة تركيبها وتعبئتها لإعادة استخدامها بعد مد فترة صلاحيتها .

٥ - **الوقاية من خطر الحرائق :** قد تنشب النيران فى بعض المبيدات نظرا لقابليتها للاشتعال . ولتجنب حدوث ذلك ، يلزم اتخاذ الاحتياطات الكافية عند تخزين أوعية المبيدات ، وإحكام غلقها ، وعدم تركها لمدد طويلة حتى لا يصيبها التآكل أو الصدأ ، فتتسرب محتوياتها أو تتطاير بفعل الحرارة ، وتصبح مهيأة للاشتعال ، فتهدد الإنسان والبيئة باندلاع

الحرائق وانتشار الغازات السامة . لذلك يجب وضع خطة لتأمين المنطقة ضد الحرائق المحتملة ، تتناول أسلوب التصرف عند وقوعها والإمكانات المتاحة للإطفاء ، والإنقاذ والإسعاف ، وكيفية تصريف المياه الملوثة بعد الإطفاء ، بعيدا عن التربة الزراعية والمصادر المائية .

الاستخدام الآمن للمبيدات :

يقتضى التعامل مع المبيدات توافر عدد من الاحتياطات الضرورية التى تراعى اعتبارات السلامة والأمان ، سواء للقائمين على استخدام المبيدات أو للمخالطين لهم فى البيئة المحيطة ، من البشر والحيوانات والأحياء غير المستهدفة بوجه عام . ومن بين هذه الشروط مايلى :

١ - الإلمام التام بسمية المبيد قبل استخدامه ، وتدريب العاملين على أسلم الطرق لتجهيزه للاستعمال والتعامل معه ، ووسائل الاستخدام الآمن له على كل آفة ، بعد التعرف على سلوكها فى البيئة ، وسبل الوقاية والإسعاف عند الحاجة .

٢ - الإحاطة بطريقة عمل الآلات المستخدمة فى المعالجة بالمبيد ، وطرق صيانتها دوريا ، حتى لا تتعطل أثناء العمل ، مع ضرورة تنظيفها بعيدا عن المسطحات المائية ، حتى لا يتسرب منها المبيد ويسمم الأسماك .

٣ - استخدام الوسائل التى تكفل حماية الجسم من التعرض لسمية المبيدات ، مثل الملابس الخاصة ، والأقنعة الواقية والقفازات والأحذية المناسبة .

٤ - ضرورة توافر مصادر المياه للغسيل والاستحمام بعد المعالجة بالمبيد مباشرة ، حتى لا يبقى المبيد عالقا بالجلد أو الملابس فتتسرب سميته إلى الجسم .

٥ - التأكد من عدم تعرض الأطعمة والمشروبات والملابس لأى مصدر من مصادر التلوث بالمبيد ، مع تجنب الأكل أو التدخين خلال المعالجة به ،

وضرورة غسل اليدين والوجه بعناية قبل الأكل أو الشرب لإزالة آثار المبيد .

٦ - إبعاد أوعية المبيدات عن أى مأكولات أو أدوية ، وتمييز هذه الأوعية بلون خاص غير جذاب ، حتى لا يتناولها بسطاء الناس أو الأطفال فيتعرضون للتسمم .

٧ - تجنب استعمال الأوانى المنزلية فى خلط المبيدات أو نقلها أو تخفيفها ، حتى لا يتعرض الطعام أو الشراب للتلوث .

٨ - حظر إعادة استعمال أوعية المبيدات الفارغة فى نقل المياه أو الحبوب ، أو فى حفظ المواد الغذائية ، والتخلص منها فورا حتى لا يساء استخدامها .

٩ - تجنب رش المبيد فى الجو العاصف أو ضد اتجاه الريح ، حتى لا يتعرض القائم بالرش والمحيطون به لرذاذ المبيد .

١٠ - عدم رش المبيد بالقرب من المسطحات المائية أو حظائر الماشية أو المنازل .

١١ - وضع علامات لتمييز الحقول المعالجة بالمبيد ؛ لمنع استخدام محاصيلها فى الغذاء مباشرة ، مع تجنب استعمال الخضراوات أو الحشائش المزروعة وسط تلك الحقول فى تغذية الإنسان أو الحيوان ، إلا بعد مرور فترة لا تقل عن يومين من المعالجة .

١٢ - إيقاف المعالجة بالمبيد فى حالة وجود أى جروح أو أمراض لدى العمال القائمين بعملية المعالجة ، أو عند شعورهم بالضعف أو الإجهاد .

١٣ - إجراء كشف طبى دورى على العمال القائمين برش المبيد والمخالطين لهم ، وتزويدهم بالأغذية الكافية والاحتياطات الواقية من سمية المبيدات .

١٤ ـ استخدام مبيدات معروفة المصدر ومرخصة ، ومدوّن عليها كافة البيانات الضرورية عن تركيبها وطرق الاستعمال والوقاية .

١٥ ـ التخلص من بقايا المبيد بطريقة آمنة ، بعيدا عن المسطحات المائية لحماية الأسماك من التسمم .

١٦ ـ استدعاء الطبيب فور ظهور أى أعراض للتسمم بالمبيدات . وإلى حين وصول الطبيب يجب نقل المصاب إلى مكان جيد التهوية ، ثم غسل وجهه وعينيه جيدا بالماء النقى بعد إزالة ملابسه الملوثة ، مع اتباع تعليمات الإسعاف السريع المدونة على عبوة المبيد .

القانون وتداول المبيدات فى مصر :

صدرت فى مصر عدة قوانين لتنظيم استخدام المبيدات وضمان حماية الإنسان والبيئة من سمومها . وكان من أبرزها قانون تداول المبيدات المصرى رقم ٥٠ لسنة ١٩٦٧ الذى يعهد بمسئولية استيراد المبيدات وتسويقها وتعبئتها وتوزيعها إلى كل من وزارة الزراعة ووزارة الصحة ، ويكلف وزارة الزراعة بمهمة إصدار التعليمات الخاصة بالوقاية من أخطار التسمم ، بحيث تنشر سنويا فى كتاب تصدره الوزارة ليكون فى متناول الجميع . وبعد ذلك ظهر القانون رقم ٤٨ لعام ١٩٧٧ الذى تناول جميع سبل الأمان التى يجب اتباعها فى تداول المبيدات واستخدامها فى جميع أنحاء مصر ، وذلك بإشراف المسئولين فى الوزارتين المذكورتين . وقد حدد هذا القانون جهة الترخيص لإنتاج المبيدات بعد التأكد من درجة سمية المبيد على الإنسان والبيئة ، وحدود الأمان ونسبة المخلفات المسموح بها ، وطرق الوقاية ووسائل الإسعاف والعلاج من التسمم ، وغير ذلك من الضوابط اللازمة من أجل الاستخدام الآمن لتلك المواد الخطيرة . وأخيرا جاء القانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ بشأن حماية البيئة عامة ، متضمنا عدة مواد للوقاية من التعرض للمواد الخطيرة ومنها المبيدات ، ومن تلك المواد مايلى :

- **مادة (٣٣)** : على القائمين على إنتاج وتداول المواد الخطيرة ، سواء

كانت فى حالتها الغازية أو السائلة أو الصلبة ، أن يتخذوا جميع الاحتياطات بما يضمن عدم حدوث أى أضرار للبيئة .

- **مادة (٣٨)** : يحظر رش أو استخدام مبيدات الآفات ، أو أى مركبات أخرى ، لأغراض الزراعة أو الصحة العامة ، إلا بعد مراعاة الشروط والضوابط والضمانات التى تحددها اللائحة التنفيذية لهذا القانون ، بما يكفل عدم تعرض الإنسان أو الحيوان أو النبات ، أو مجارى المياه أو سائر مكونات البيئة بصورة مباشرة أو غير مباشرة ، فى الحال أو المستقبل ، للآثار الضارة لهذه المبيدات .

أما **المواد** (٢٥) ، (٣١) ، (٣٢) ، (٤٠) من اللائحة التنفيذية للقانون فتحدد الجهات المسئولة عن إصدار التراخيص الخاصة بتداول المبيدات ، وهى وزارة الزراعة (للمبيدات الزراعية) ، ووزارة الصحة (للمبيدات المنزلية) . كما تتناول احتياطات الأمان الخاصة بتلك المواد الخطيرة من ناحية اختيار مواقع الإنتاج والتخزين ، ووسائل النقل ، ونظم وأجهزة الأمان ، وسبل الوقاية من أخطارها بما يضمن عدم الإضرار بالبيئة أو بصحة العمال أو المواطنين . ثم تتعرض هذه المواد لخطة الطوارىء الموضوعة لمواجهة الحوادث المحتملة للتلوث بالمبيدات ، خلال الإنتاج أو التخزين أو النقل أو التداول ، وطرق حماية عمال المبيدات عن طريق الكشف الطبى الدورى ، والسبل المتاحة لعلاجهم . وتوصى بضرورة التأمين على هؤلاء العمال ، وتعويض المصابين منهم ومن المواطنين الذين يتعرضون للتسمم بالمبيدات .

وأشارت **المادة** (٣٢) إلى المواصفات القياسية التى يجب توافرها فى عبوات المبيد ، حتى لا تتعرض للتلف فى أثناء النقل والاستخدام ، مما يؤدى لتسرب المبيد ، كما تتناول الطرق الآمنة فى استخدام هذه العبوات وفتحها وتوزيعها وتخزينها والتخلص من الفارغ منها ، وذلك بأسلوب سهل يفهمه الشخص العادى ، مع الاستعانة بالأشكال التوضيحية والرموز الدولية الدالة على الخطورة والسمية .

أما المادة (٤٠) فقد ركزت على خطورة رش أو استخدام مبيدات الآفات لأغراض الزراعة أو الصحة العامة ، بغير مراعاة الشروط والضوابط الموضوعة من قبل وزارتى الزراعة والصحة وجهاز شئون البيئة . وقد نصت على ضرورة إخطار الوحدات الصحية والبيطرية بأنواع المبيدات المستخدمة فى الرش ومضادات التسمم ، مع توفير وسائل الإسعاف اللازمة ، وكذلك الملابس والمهمات الواقية لعمال الرش ، وتحذير الأهالى من الوجود بمناطق الرش ، ومراعاة عدم الرش بالطائرات إلا فى ظروف استثنائية تقدرها وزارة الزراعة ، مع تحديد المساحة المطلوب رشها ، والابتعاد عن المناطق السكنية والمناحل والمزارع السمكية ، ومزارع الدواجن ، وحظائر الماشية والمجارى المائية .

كذلك حددت بعض ملاحق اللائحة التنفيذية للقانون الحد الأقصى لتركيز المبيدات (٠,٢ ملليجرام / اللتر) ، عند تصريفها فى البيئة البحرية ، على أن يتم ذلك بعيدا عن مناطق صيد الأسماك ، ومناطق الاستحمام والمحميات الطبيعية . كما جرّم القانون تصريف أنواع معينة من المبيدات فى البيئة البحرية ، نظرا لعدم أو بطء تحللها .

الفصل العاشر

المبيدات فى مصر وآفاق المستقبل

المبيدات فى مصر فى الماضى والحاضر :

كان للمبيدات الأولى التى اكتشفت مع مطلع القرن العشرين ، استخدامات محدودة فى الحقول والمسطحات المائية والمنازل من أجل مكافحة الآفات الزراعية والصحية المختلفة . لكن الخمسينيات والسنوات التالية لها ، شهدت قفزة واسعة فى استخدام المبيدات ، حيث تم معاملة كثير من المحاصيل بكميات كبيرة من مبيدات الجيل الثانى ، وبخاصة محصول القطن الذى استأثر وحده بما يزيد على ٧٠٪ من إجمالى مبيدات الآفات المستخدمة فى ربوع مصر . وكانت مكافحة آفات القطن تعتمد فى البداية على التعفير بالكبريت و « مسحوق القطن » والـ « د د ت » ، ثم تحولت إلى استخدام مبيد « التوكسافين » على نطاق واسع ولعدة سنوات مما أدى إلى اكتساب ديدان القطن مقاومة وراثية ضد هذا المبيد ، إلى أن حدثت إصابة وبائية بالآفات قضت على محصول القطن فى عام ١٩٦١ . ثم شهد مجال المكافحة استخدام مبيدات جديدة ، هى المبيدات الفوسفورية (دبتركس) ثم المبيدات الكارباماتية (سيفين) ، إلى أن فقدت الآفات حساسيتها لها بمرور الوقت ، وأصبحت لا تتأثر بتركيزاتها العالية . وفى عام ١٩٦٥ تم تعديل استراتيجية المكافحة إلى استخدام مخاليط من المبيدات وتدعيمها بالمنشطات ، ومع ذلك فقدت كل هذه الأساليب فعاليتها ضد آفات القطن بعد سنوات قليلة من التطبيق . وتوالى بعد ذلك إدخال أنواع متنوعة من المبيدات ومخاليطها حتى عام ١٩٧٧ ، حيث

تم استعمال مبيدات بيرثرويدية ، ثم خليط من أحد منظمات النمو الحشرية (ديملين) ومبيد فوسفورى (دورسبان) . وكانت النتائج إيجابية ، حيث انحسرت أعداد آفات القطن ، وخاصة بعد تنفيذ خطة مدروسة للمكافحة ، تعتمد على التطبيق الدورى والمتبادل للمبيدات ، بحيث لا تتكرر المعاملة بنفس المبيد فى ذات الموسم أو المنطقة المصابة .

مصادر المبيدات فى مصر ومعدل استهلاكها :

حتى عام ١٩٩٠ ، كانت معظم المبيدات المستخدمة فى مصر يتم استيرادها من الخارج ، وبخاصة من بريطانيا وألمانيا وسويسرا والولايات المتحدة واليابان - بينما لم تكن مصر تنتج أكثر من ١٠٪ مما تستهلكه من تلك المبيدات . ونظرا لزيادة تكلفة الإنتاج المحلى لبعض المبيدات على تكلفة استيرادها مصنعة من الخارج ، فقد تأخر إنشاء مصانع المبيدات فى مصر . واتجه التفكير العملى إلى إقامة معامل خاصة بتجهيز هذه المركبات من مكوناتها الأساسية ، بعضها حكومى والآخر استثمارى مشترك .

وقد بلغت كمية المبيدات المستخدمة فى مصر منذ الخمسينيات حتى عام ١٩٩٠ أكثر من سبعمائة ألف طن - بمعدل بدأ بحوالى ٢١٥٠ طنا عام ١٩٥٢ ، زاد إلى ٢٣٤٠٠ طن عام ١٩٦٠ ، وارتفع إلى ٣٠٧٠٠ طن عام ١٩٦٦ ، ثم عاد للانخفاض قليلا بعد ذلك . وفى عام ١٩٧١ حدثت طفرة كبيرة ، حيث وصلت كمية المبيدات المستخدمة إلى أكثر من ٣٥ ألف طن ، ثم أخذت بعد ذلك تتذبذب حول معدل ٣٠ ألف طن سنويا حتى أوائل التسعينيات . وبعد ذلك تناقصت كميات المبيدات بشكل ملحوظ ، نظرا لزيادة الوعى بأخطار المبيدات لدى المسئولين عن الزراعة والصحة فى مصر ، حتى وصل المعدل السنوى أخيرا إلى حوالى خمسة آلاف طن . والاتجاه السائد حاليا هو التقليل ما أمكن من الاعتماد على المبيدات الكيميائية ، والاستعاضة عنها بالمبيدات الحيوية والأساليب الحديثة فى المكافحة المتكاملة للآفات .

نتائج البحوث العلمية المحلية :

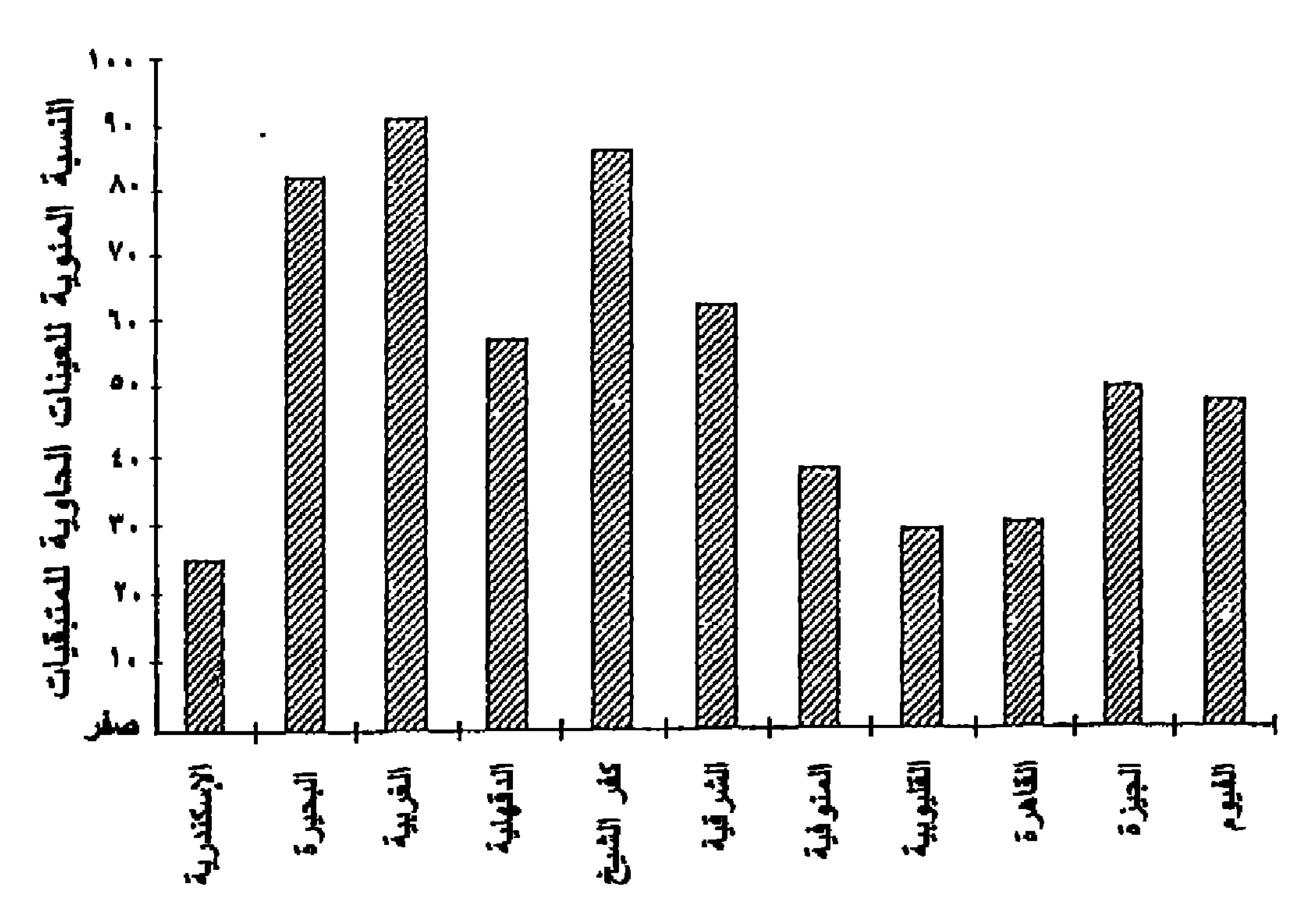
تتوالى جهود العلماء والباحثين فى مختلف الجامعات ومراكز البحوث من أجل دراسة الآثار السلبية للمبيدات على الإنسان والبيئة ، ومحاولة استنباط وسائل آمنة لمكافحة الآفات . وقد أوضحت الدراسات التى أجريت على الآثار الصحية للمبيدات ومدى انتشارها بين المواطنين ، أن حوالى مليون وربع المليون من العمال يتعرضون سنويا للمبيدات التى ترش بالطائرات على الحقول المصابة بالآفات ، سواء كانوا من عمال رش المبيدات أنفسهم ، أو عمال الزراعة المعرضين لها فى الحقول المرشوشة . وفى دراسة اشتملت على عدد من المرضى (١١٥٤ مريضا) تم إدخالهم مستشفيات جامعة طنطا عام ١٩٨٨ ، تبين أن ثلث هذا العدد كان عبارة عن حالات تسمم بالمبيدات ، وأن التسمم فى نسبة عالية من هذه الحالات تم عن عمد بغرض الانتحار . وفى عام ١٩٩٠ حدثت حالات تسمم متعددة نتيجة استخدام مبيد عشبى لمكافحة نبات ورد النيل على نطاق واسع فى قنوات الرى بمصر . كما أدى المبيد إلى إصابة معظم الأسماك فى تلك القنوات بالتسمم ، إلى جانب تلويث مياه الشرب ، بعدها قامت حملة شعبية وإعلامية ضد استخدام مثل هذه المبيدات فى مياه النيل .

وتشير بعض البحوث العلمية إلى تزايد حالات الإصابة بمرض السرطان بسبب التوسع فى استخدام المبيدات ، وبخاصة فى بعض المحافظات المعروفة بإسرافها فى هذا المجال . كما لوحظ زيادة انتشار ذلك المرض فى الريف عنه فى المدن ، فى نطاق نفس المحافظة . ودلت بعض النتائج على زيادة الأمراض المرتبطة بالتسمم المزمن لدى عمال مصانع تجهيز المبيدات .

وقد أفادت البحوث العلمية أيضا بأن مخلفات المبيدات تصل إلى المياه السطحية والجوفية بنسب عالية حتى ١٩ جزءا فى البليون ، مما أثر على الثروة السمكية . إذ هبط محصول الأسماك فى نهر النيل والبحيرات الداخلية كثيرا عن ذى قبل ، نظرا لانتقال المبيدات فى سلاسل الغذاء بها وتراكمها فى الأسماك ، فتتعرض هى ومن يستهلكونها من البشر للتسمم .

وفيما يتعلق بالآثار المتبقية من المبيدات فى الغذاء ، أوضحت البحوث أن سوء استخدام المبيدات الخاصة بمكافحة آفات القطن ، وتطبيقها دون وعى على زراعات الفاكهة والخضراوات نظرا لرخص ثمنها الذى تدعمه الدولة ، أدى إلى حدوث حالات كثيرة للإسهال فى السنوات الأخيرة ، إثر تناول فاكهة سبق رشها بهذه المبيدات غير الموصى بها لتلك المحاصيل الغذائية . كما تعددت حالات التسمم الناجمة عن استهلاك خضراوات نامية فى الصوب المغطاة ، بسبب تكرار معاملتها بالمبيدات حتى قبل الحصاد مباشرة .

ويوضح الشكل (١٠) ، نتيجة دراسة مسحية لمتبقيات المبيدات المختلفة فى الغذاء فى عدة محافظات ، حيث ثبت وجود هذه المتبقيات بها فى عدد كبير من الأغذية بنسب متفاوتة ، كان أعلاها فى محافظة الغربية ثم كفر الشيخ ثم البحيرة . وهى مؤشر خطير يدعونا إلى الحد من الاعتماد على تلك السموم ، والاتجاه إلى البدائل الآمنة للمكافحة . وهو الاتجاه الذى تأخذ به الدولة حاليا .



شكل (١٠) متبقيات المبيدات فى عينات الأغذية من عدة محافظات بمصر

المبيدات والمستقبل :

تتجه الجهود الدولية نحو نشر وسائل التنمية المستدامة التى تضمن استمرار المصادر الطبيعية فى العطاء ، من أجل الحاضر والمستقبل على حد سواء ، وذلك لإشباع حاجات الجيل الحالى والأجيال المقبلة من الغذاء والكساء وغيرهما من ضروريات الحياة . وينطبق ذلك على الإنتاج الزراعى فيما يعرف « بالزراعة المستدامة » ، ويقصد بها ما يضمن الإنتاج الزراعى المتواصل ، الذى يتكامل فيه إنتاج المحاصيل مع سبل وقايتها من الآفات .

وتبذل الهيئات الدولية والمنظمات غير الحكومية جهودا كبيرة فى دفع الإنتاج الزراعى للأمام بالتوازى مع الحفاظ على البيئة . لذلك فهى تدعو إلى الحد من استخدام المركبات الكيميائية الغريبة على البيئة ، ووقف إنتاج المبيدات الخطرة أو واسعة السمية ، وتقييد حركة أنواع المبيدات الشائعة الاستعمال حتى تستعيد البيئة توازنها ، فتتزايد بالتالى الأعداء الحيوية للآفات وتقل مقاومة الآفات للمبيدات .

من ناحية أخرى ، فإن اتفاقية التجارة الدولية المعروفة « باتفاقية الجات » ، التى وقعت عليها معظم دول العالم فى عام ١٩٩٤ من أجل تنظيم التجارة الحرة بين الدول ، وفتح الحدود لعبور جميع المنتجات بلا حواجز - هذه الاتفاقية من شأنها أن تفتح الأسواق الدولية أمام المنافسة الحرة فيما يتعلق بجودة المنتجات وأسعارها ، دون أن توفر حماية خاصة للإنتاج المحلى فى أى دولة . وعليه فإننا بصدد تحد حقيقى للارتفاع بمستوى المنتجات أو السلع الغذائية لتكون مطابقة لمواصفات الجودة ، مع خلوها من متبقيات المبيدات ؛ حتى تجد من يشتريها . وهذا ما سيدفع الشركات المنتجة للمبيدات إلى تكثيف بحوثها للتوصل إلى مبيدات آمنة بيئيا ، وستختفى من الساحة تدريجيا تلك المبيدات الخطيرة التى طالما تسببت فى خسائر بيئية وصحية جسيمة .

اتجاهات البحوث فى المستقبل :

كانت الآثار الضارة للمبيدات الكيميائية ومتبقياتها على صحة الإنسان

وعناصر البيئة الأخرى إلى جانب المقاومة الوراثية التى اكتسبتها الآفات ضد المبيدات ، دافعا للعلماء للبحث عن وسائل أخرى للمكافحة حتى توصلوا إلى ما يعرف بـ « برامج السيطرة المتكاملة على الآفات » . وهى تشكل مجالا خصبا للدراسة والبحث العلمى من أجل تحقيق أعلى إنتاجية للمحاصيل ، وحماية الممتلكات بأقل التكاليف ، وفى نفس الوقت المحافظة على صحة الإنسان والبيئة .

ومن الاتجاهات العلمية الجديدة ، استخدام المواد الطبيعية المستخلصة من أصول نباتية أو حيوانية فى مكافحة الآفات . والبحوث فى هذا الصدد تسير على قدم وساق ، نظرا لما تتميز به هذه المواد الطبيعية من تجانسها مع عناصر البيئة وسرعة تحللها بالقياس إلى المبيدات الكيميائية . ويسير فى نفس الاتجاه الاهتمام بالزراعة العضوية ، التى تعتمد على الأسمدة العضوية والمبيدات الحيوية أو الميكروبية ، وهو مجال يؤمل من ورائه الخير الكثير .

ويتنبأ الباحثون بأن المستقبل سيشهد استخدام مشابهات الهرمونات الحشرية ، المنظمة للنمو أو المثبطة للتطور ، التى تعمل على تعطيل الوظائف الحيوية للآفة الحشرية ، وهى تعرف بـ « الجيل الثالث للمبيدات » . أما الجيل الرابع والأجيال التالية له ، فتشمل المواد التى تعمل على تدمير طبقة الجُلَيْد ، أو توقف إفراز هرمونات البروستاجلاندين والاسترويدات فى الحشرات . والجُلَيْد يمثل خط الدفاع الأول للحشرة ضد المفترسات والجراثيم والجفاف ، كما ترتكز عليه العضلات المحركة للجسم ، لذا فإن تدميره أو خدشه يعنى تعريض الحشرة للجفاف أو الموت . أما البروستاجلاندين فهو فى الحشرات مثله فى الحيوانات الأخرى ، من المركبات الحيوية اللازمة لعملية التكاثر ووضع البيض ، كما تساعد الاسترويدات فى النمو والانسلاخ والتكاثر . وعلى ذلك فإن تعطيل إفراز هاتين المادتين يعنى توقف العمليات الحيوية للحشرة وموتها .

ومن المجالات المبشرة فى مجال مكافحة الآفات ، استخدام أسس الهندسة الوراثية فى زرع الجينات التى تحمل صفة الحساسية للمبيدات فى داخل

سلالات الآفات المقاومة للمبيدات . كذلك يمكن عن طريق الهندسة الوراثية تحقيق مناعة المحاصيل ضد هجوم الآفات ، حيث يتم الحصول على جينات المقاومة لتلك الآفات من أى نبات برى أو ميكروب ، ثم تنقل إلى النبات المستهدف ، فيتزود بالمناعة اللازمة لصد جحافل الآفة التى تهاجمه . كما يمكن معالجة المحصول بميكروبات مرضية مثبَّطة معمليا بهدف زيادة مناعته ضد الأمراض التى تنقلها الآفات إليه .

ومازالت البحوث جارية فى مجال رفع كفاءة المبيدات ضد الآفات ، من خلال فهم الأساس الجزيئى للمقاومة الوراثية للآفات وسبل التغلب عليها ، وإعادة الحساسية للمبيدات إلى جماعات الآفة لكى تستجيب للتركيزات المنخفضة منها . ووصول هذه البحوث إلى غايتها يضمن استعمال المبيد لفترات طويلة بمستوى محدود ، مما يقلل من تكلفة عملية المكافحة . وفى نفس هذا الإطار ، يبحث العلماء فى استخدام منشطات المبيد المثالية التى تضمن له أعلى فاعلية بأقل تركيز .

وبعد ذلك ـ يحق لنا فعلا أن نقول إن المبيدات « سلاح ذو حدين » ..

المراجـــع

١ ـ *أسس مكافحة الآفات* ـ د . عبد الخالق السباعى وآخرون ـ دار المطبوعات الجديدة (١٩٧٤) .

٢ ـ الإنسان والبيئة ـ مرجع فى العلوم البيئية للتعليم العالى والجامعى ـ *المنظمة العربية للتربية والعلوم والثقافة* (١٩٧٨) .

٣ ـ المبيدات والبيئة ـ نشرة *اللجنة الوطنية لبرنامج الإنسان والمحيط الحيوى ، بالتعاون مع الشعبة القومية لليونسكو* ـ العددان ٣ و ٤ ـ السنة السابعة (١٩٨٤) .

٤ ـ *الاتجاهات الحديثة فى المبيدات ومكافحة الحشرات* (جزءان) ـ د . زيدان هندى ود .محمد إبراهيم ـ الدار العربية للنشر والتوزيع (١٩٨٨) .

٥ ـ مقدمة *فى السيطرة على الآفات الحشرية* ـ مترجم بواسطة د .زيدان هندى وآخرين ـ الدار العربية للنشر والتوزيع (١٩٩٠) .

٦ ـ تحليل *متبقيات المبيدات فى الأغذية* ـ د . محمد السعيد صالح ـ مطابع وزارة الزراعة بمصر (١٩٩٢) .

٧ ـ القانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ بإصدار قانون فى شأن حماية البيئة ولائحته التنفيذية ـ جهاز *شئون البيئة* ـ القاهرة (١٩٩٥) .

8 —Safe Use of Pesticides, *Amer. Publ. Health Ass. Inc.* (1967).

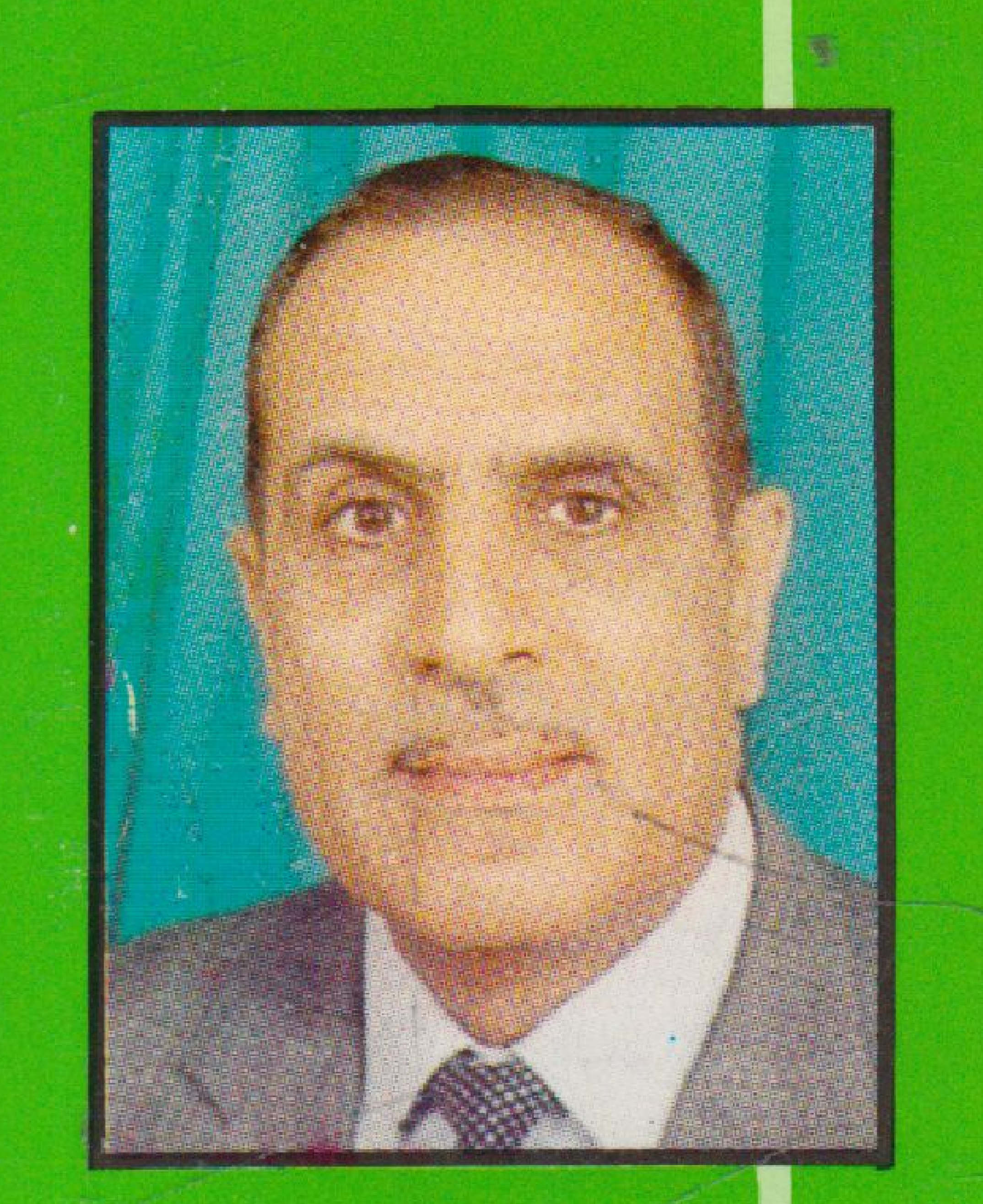
9 —*Concepts of Biology, A Cultural Perspective,* by Buffaloe & Thorneberry, Prentice Hall (1979).

10 —*The Circle of Poison : Pesticides and People in a Hungry World,* by Weir and Schapiro - Inst. Food & Dev. Policy (1981).

11 —*Pesticides Application Methods*, by Matthews, Longman (1982).
12 —*The Biochemistry and Uses of Pesticides*, by Hassall, ELBS (1990).
13 —International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides, *FAO* - UN, Rome (1990).
14 —*Living in the Environment, 6th Ed.*, by Miller, Jr. — Wadsworth Publ. (1990).
15 —*Safer Insecticides : Development and Use*, Ed. by Hoogson & Kuhr, Dekker Inc. (1990).
16 —*The Pesticide Hazard : A Global Health and Environmental Audit*, Compiled by Dirham, Zed Books (1993).
17 —Pesticides and Environmental Contaminants in Water and Food, *German Egyptian Conference, Ismailia* (Feb. 1995).
18 —Pesticides Induced Disruptions of Agricultural Ecosystems, by Walker et al., *Calif. Policy Seminar* - Berkely (1995).
19 —Global Pesticide Campaigner, *Panna*, San Fransisco (1996).
20 —Proceedings of Third Congress of Toxicology in Developing Countries, *Cairo* (3 vol. 1996).
21 —Stocks of Obsolete Pesticides Threaten the Environment, *FAO* (1996).
22 —Pesticide Characteristics that Affect Water Quality, by Cook et al. — *Texas A & M Univ.* (1997).

رقم الايداع ١٠٩٨٢/ ١٩٩٨
الترقيم الدولى I.S.B.N. 977 - 5514 - 81 - 8

مطابع الأهرام التجارية - قليوب - مصر



لماذا احتدم الجدل مؤخراً بين أنصار استخدام المبيدات ودعاة تحريمها ؟ من سيكتب له النصر : المبيدات أم الآفات التى تطور نفسها لمقاومتها ؟ هل أصبحت بعض الأراضى فى حالة إدمان للكيماويات ؟ ما سر انتشار أمراض الكبد والكلى والحساسية وعلاقة ذلك بالمبيدات ؟ كيف وصلت المبيدات لطائر البطريق فى القطب الجنوبى ؟ ما سبب انقراض العديد من الطيور والأحياء البرية الأخرى ؟ لماذا بلغت مبيعات المبيدات ٣٠ مليار دولار سنويا ؟

يناقش هذا الكتاب قضية المبيدات من كل جوانبها ، ويطرح قضية التوفيق بين الحاجة للمبيدات وضرورة توقى مخاطرها ، ويجيب عن الأسئلة السابقة وكثير غيرها . والمؤلف الدكتور عبد الله محمد ابراهيم هو أستاذ ورئيس قسم علم الحيوان بعلوم عين شمس ، ورئيس الجمعية المصرية لتنمية الثروة السمكية والحفاظ على صحة الإنسان ، وعضو المجالس القومية المتخصصة فى العلوم البيولوجية ، له عدة مؤلفات علمية وتربوية وأكثر من ٧٠ بحثاً منشوراً فى مجلات علمية متخصصة ، وأشرف على أكثر من ٤٠ رسالة لنيل درجة الماجستير والدكتوراه ، وشارك فى عدة مؤتمرات دولية متخصصة .

الناشر

صدر من هذه السلسلة :

١ - الوراثة البشرية الحاضر والمستقبل — أ . د . سامية التمتامى
٢ - الليزر بين النظرية والتطبيق — أ . د . نايل بركات محمد
٣ - استكشاف الفضاء واستغلال موارد الكون — أ . د . سيد رمضان هداره
٤ - الأر... — أ . د . حسين زهدى
٥ - الحا... — أ . د . على عزت سلامة

مركز الأ... الداخل والخارج : وكالة...
مؤ... ش الجلاء - القاهر...

مطابع الأ...